蘆筍罐頭脫錫研究
第三報　關於蘆筍罐頭錫污染減少方法之研究

Studies on the Detinning of Canned Asparagus
Part 3. Studies on the Methods of Reducing Tin Contamination of Canned Asparagus for Export.

食品化學組
Food Chemistry Division
張爲憲、賴金華、慎錫泉
W. H. Chang, J. H. Lai, S. C. Shen

by

食品加工組
Food Technology Division
邱克明、李榮輝
K. M. Chiou, Y. H. Lee

摘　要

使用白蘆筍及綠蘆筍之不同原料，以及來源或塗漆條件不同的空罐，以各種製罐條件加以裝罐，然後在室溫或 45°C 下貯藏一年期間舉行定期開罐檢驗，以觀察上列條件對脫錫、溶鐵、罐內壁黑變、以及所裝蘆筍色香味品質之影響。白蘆筍罐與綠蘆筍罐之脫錫量差不多，但截切筍莖罐的脫錫只有長筍芽罐的三分之二左右。在各種製罐條件中，除減少罐內上部空隙與提高眞空度可稍許減少脫錫外，殺菁條件、塡充液之 pH 及硝酸鹽含量等對脫錫均無顯著影響。在本省所產各種兩端塗漆空罐中，有數種其裝罐隔夜之脫錫量較低，但在室溫貯藏一年後之脫錫量並無多大差別。完全塗漆罐，雖可有效抑阻脫錫，但不僅使溶鐵量增加，而且嚴重影響所裝蘆筍之色香味品質。二氯化錫之添加雖能稍許改進色澤，但對香味反而有害。罐底以外完全塗漆罐以及仿製HTF 罐，都有效於脫錫量之減少，尤其對綠蘆筍之裝罐有特效，但都有溶鐵量較高及鐵皮曝露部份變黑之缺點，尤以罐底之變黑嚴重影響消費者開罐時之觀感，必須設法改善。至於罐裝蘆筍之色香味品質，裝於仿製HTF 罐者還不夠理想，但裝於罐底以外完全塗漆罐者極佳，經品評結果都優於裝於兩端塗漆罐者。因此，爲減少蘆筍罐頭之溶錫量，使用罐底以外不塗漆的空罐似爲最有希望的辦法，唯如何改善罐底變黑現象，將是急待解決的問題。

緒　言

鍍錫罐被使用於食品包裝上歷史甚久，而又佔有極重要的地位，其間在底金屬之冶鍊以及鍍錫方法上，都有不斷的改進。儘管鍍錫罐有許多優點，諸如外觀明亮動人，易於表面上施以印刷以裝飾外觀等，但脫錫及黑變等缺點，至今仍存在而無法避免。嚴重的脫錫不但影響食品品質之優劣，且對人體有害，故爲食品規範所不許。目前國際間之規定所容許之 250ppm 溶錫量，有被降低到 150 ppm之趨勢。但少量脫錫不但不影響食品的品質與完整性，甚且能增進其色澤及香味，尤以蘆筍罐頭最爲顯著，因此才有瓶裝蘆筍准許添加 20 或 25ppm 錫（以二氯化錫添加）之規定。但使用瓶裝亦有許多不能避免的缺點，諸如搬運較易打破，透光度高而易造成顏色或香味之改變與損失等。所以，使用玻璃瓶或其他不含錫的容器，或使用完全塗漆罐，並非理想的解決辦法，而較好的辦法，乃是設法控制蘆筍罐頭之脫錫量。

食品罐頭之脫錫與容器本身條件，罐裝內容物及裝罐條件，以及儲存溫度與時間等都有相對關係。就蘆筍罐頭而言，其成份相當複雜，其中最可能與脫錫有關者爲硝酸鹽[1-5]及Rutin或相關之Flavonoids[6,7]，但尚未完全明瞭。唯一已知的事實是蘆筍芽比蘆筍莖引起較嚴重的脫錫。在容器方面，構成容器之鍍錫鐵皮，其組成包括底金屬，其上依次爲 $FeSn_2$ 合金層，鍍錫層，氧化層，以及油膜層。底金屬之成份，以

本文原載于食品工業發展研究所研究報告第三十三號

及其上各層之厚度，使用材料以及加工程序等均會影響鐵皮特性，因而與脫錫速率有關。再者，製造空罐時是否有機械損傷，以及塗漆之條件與種類等，亦會影響蘆筍罐頭脫錫之速率。製罐條件方面，殺菁與脫氣條件，填充液之 pH 與酸度，上部空隙與眞空度，殺菌與冷却條件等，都會影響蘆筍罐頭之脫錫速率。因此，蘆筍罐頭之脫錫變爲一相當複雜的綜合反應，其反應機構至今仍未清楚。

在本所以前的蘆筍裝罐實驗[8]中，發現貯存溫度（25°C 與 45°C）與時間（1 個月後）對蘆筍罐頭脫錫之影響極顯著，但外加硝酸鹽及眞空度對脫錫之影響並不大。同時發現，空罐之塗漆對脫錫有顯著的抑制效果。本實驗之目的，乃以白蘆筍及綠蘆筍爲原料，一方面重新檢討殺菁，pH，硝酸鹽，上部空隙與眞空度，以及原料條件等因素對脫錫之影響，另一方面試用塗漆度不同的各種空罐，以達適度減低脫錫速率之目的，而且不影響罐裝蘆筍之色香品質。茲將經過一年貯存後開罐檢驗而得的結果報告如下。

材料及方法

1. 蘆筍原料

本實驗所用的白蘆筍芽（White asparagus spears）及截切筍莖（Bottom cuts），均採自附近蘆筍罐頭加工廠，經選別削皮後取回本所處理製罐。綠蘆筍芽及截切筍莖，即直接由南部產地專車運回本所處理製罐。各次實驗所用原料之 pH，酸度，硝酸態氮及 Rutin 含量之測定值如表一所示。

表一　本實驗所用新鮮蘆筍原料之 pH，酸度，硝酸態氮及 Rutin 含量。

Table 1. The pH, acidity, nitrate-N and rutin contents of fresh asparagus samples used in the present experiments.

Sample		pH	Titratable acidity **	Nitrate-N	Rutin
Date	Asparagus *				
Oct. 1	W , S	5.45	160mg%	48.0 ppm	2.0mg%
Oct. 5	W , S	4.97	176	52.0	2.0
〃	W , C	5.02	171	47.2	0.0
〃	GTW, S	5.15	177	43.7	8.0
Oct. 14	W , S	5.05	172	42.0	2.0
Oct. 15	W , S	5.21	170	43.8	2.0
Oct. 8	G , S	6.09	182	39.2	26.0
〃	G , C	5.96	142	40.4	15.0
〃	GT , S	5.41	196	37.0	12.0
Oct. 9	G , S	5.88	181	44.8	25.0
Oct. 13	G , S	5.70	196	42.8	27.0

*W, white; GTW, green tipped and white; G, green; GT, green tipped; S, spears; C, bottom cuts.

**Titratable acids were expressed as mg% citric acid.

2. 空罐

本實驗所用之鍍錫鐵皮罐，除各製罐廠所產空罐之裝罐試驗外，全部爲台灣鳳梨公司高雄製罐廠所產製，共有兩端塗漆罐，完全塗漆罐，罐底以外完全塗漆罐，以及 High Tin Fillet（HTF）罐等四種，均爲四號罐。HTF 罐係在完全塗漆罐之邊封處留一條細縫不塗漆，而銲以純錫者[9]。此批空罐之鐵皮性質及塗漆情形如表二所示，相當理想。

在各製罐廠所產空罐之製罐試驗中，所收集供試之空罐有大裕（三批）、台山發（兩批）、台灣水果（兩批）、泉泰（兩批）、華成（兩批）以及台鳳員林（一批）等廠之產品，均爲兩端塗漆之四號罐。

表二　本實驗所用空罐之鐵皮及塗漆性質。

Table 2. The properties of tinplate and enamel of the cans used in the present experiments.

Properties	Values obtained	Qualified values
Tin coating weight	1.06 lb./b.b.	(all hot-dip tinplate)
Tin crystal size	7	9 or below
Pickling lag value	6 sec.	10 sec. or below
Iron solution value	8	20 or below
Waco enamel rater	38m.a./6.2V	125 m.a./6.2 V or below

3. 蘆筍罐頭製造

蘆筍罐頭之製造，除製罐條件及殺菌冷却條件之試驗外，大致依照一般蘆筍標準製罐程序行之[10]。即，由去皮白蘆筍芽或完整綠蘆筍芽切取筍芽部份 104mm（以配合四號罐）或其下部筍莖 30mm，用 87°C 之熱水殺菁 3 分鐘（綠蘆筍 2 分鐘），冷却後裝罐（白蘆筍 280g、綠蘆筍 255g），塡滿鹽水（白蘆筍 2.2%，pH 5.2；綠蘆筍 2.0%，pH 6.0；以檸檬酸調節 pH），經 97°C 蒸汽箱脫氣（中心溫度 81°C），迅即封蓋（上部空隙 10 mm），然後於 121°C 殺菌 16 分鐘，灌入冷却水充份冷却後取出。

4. 貯藏及開罐檢驗

所製造之蘆筍罐頭，一部份貯存於 20°～30°C 的空氣調節實驗室內，另一部份貯存於 45°C 的保溫室內。經貯存 0、1、3、6、9 及 12 個月後，每次每項開五罐，分別檢驗下列項目：眞空度，上部空隙（Head space），空罐內觀，蘆筍之色澤與風味，pH，酸度，硝酸態氮，Rutin，脫錫量及溶鐵量。遇有顯然不正常之罐頭時，即補充開罐以補足五罐，而在實驗結果之整理及討論時，均採用五個分析値之平均值。

另外，對空罐試驗部份之白蘆筍罐頭及綠蘆筍罐頭，分別在室溫貯存八個月及十個月後舉行官能測驗（Sensory test），以比較罐裝蘆筍之色澤與風味。

5. 分析方法

(1) pH 與酸度：用吸管吸取罐內澄清液體 5 ml.，以 Radiometer 測定 pH 後，使用 Radiometer-Autoburette，以 0.1N NaOH 滴定至 pH 8.2，然後將所滴定之酸度換算爲檸檬酸含量百分率表示之。

(2) 硝酸態氮與銨態氮：將所剩內容物，全部用均質機打碎混勻，以供下列各項分析。銨態氮，直接在鹼性下以蒸汽蒸餾法定量之。硝酸態氮，經用 Devarda 合金還原後，在鹼性下以蒸汽蒸餾法定量之[11]。

(3) Rutin 含量：蘆筍中之 Rutin 含量，係經抽取[12]後配合使用 Folin-Denis 試劑與氯化鋁呈色，然後以比色法定量之[8]。

(4) 脫錫量：經用濕氏灰化（Wet ashing）法分解所有有機物後，以鋁粉或鋁箔與鹽酸將錫離子全部還原成 Sn^{++} 離子，然後用碘滴定法定量之[14]。

(5)溶鐵量：取一部份上述分解液，用原子吸光分析儀（Varian-Techtron Model AA-4 Atomic Absorption Spectrophotometer）測定其含鐵量[15]。

(6)官能測驗法：在各項試驗之例行開罐檢驗中，色澤與香味之評判，係依照中國國家標準CNS-N158所規定，色澤採用20分滿分之評分，而香味採用40分滿分之評分。在空罐試驗部份，經八個月或十個月室溫貯藏之白蘆筍或綠蘆筍罐頭之官能測驗，係由本所九位評味員分別就色澤與香味兩項舉行品味，而採用1分（最高）至10分（最低）之Hedonic scale予以評分，然後進行變異數分析，再用Duncan氏之多重差距試驗（Multiple range test）[16]，以判定各項產品之色澤與香味之優劣及其差異顯著程度。

實驗結果及討論

A、蘆筍原料條件對脫錫之影響試驗

本試驗所用的蘆筍原料，爲十月五日的白蘆筍與十月八日的綠蘆筍，其裝罐數，以及裝罐後的貯藏溫度，如表三所示，所用空罐全爲兩端塗漆四號罐。

表三　原料條件之影響試驗中所用蘆筍原料、裝罐數、以及裝罐後之貯藏溫度。

Table 3. Can numbers and storage temperature of canned asparagus in the experiments on the effects of raw material conditions.

Code	Raw material	Can storage temperature *	Number of cans prepared
WS	White spears	45°C	36 cans
		RT	36
		AT	36
GTWS	Green tipped &	45°C	36
	white spears	RT	36
WC	White	45°C	36
	bottom cuts	RT	36
GS	Green spears	45°C	36
		RT	36
GTS	Green	45°C	36
	tipped spears	RT	36
GC	Green	45°C	36
	bottom cuts	RT	36

*RT; Room temperature, with air-conditioning during office hours of week days.

AT; Ambient temperature, without air-conditioning.

以上各種原料，經裝罐後貯藏於各種不同溫度條件下，於一天至十二個月期間，共舉行六次開罐檢驗，記錄各種物理及化學的變化，所得結果大致如下。

1. 脫錫量之變化

以不同原料製造的蘆筍罐頭，在貯藏一年期間的脫錫情形，如表四及圖一所示，表中所列數字係五罐檢驗結果之平均值。

表四　不同原料之蘆筍罐在貯藏一年間之脫錫情形（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）

Table 4. Detinning of canned asparagus of different raw materials during 1-year storage (Ends-lacquered No. 4 cans, average of 5 cans).

Storage Temp.	Storage Period	WS	GTWS	WC	GS	GTS	GC
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
RT	1 day	35.7	42.1	31.6	52.9	47.4	27.3
	1 mo.	178	188	94	179	159	101
	3 mo.	217	225	126	218	202	140
	6 mo.	233	239	153	239	209	153
	9 mo.	279	261	169	271	239	172
	12 mo.	296	278	181	289	258	185
AT	1 day	35.7					
	1 mo.	177					
	3 mo.	210					
	6 mo.	232					
	9 mo.	283					
	12 mo.	313					
45°C	1 day	35.7	42.1	31.6	52.9	47.4	27.3
	1 mo.	218	221	136	212	185	128
	3 mo.	329	307	188	259	283	197
	6 mo.	407	400	255	346	336	274
	9 mo.	714	654	339	628	540	411
	12 mn.	801	681	404	790	588	433

由表四及圖一所示的結果，可以看出下列幾點：

(1)使用兩端塗漆的四號罐來裝白蘆筍或綠蘆筍的長筍芽或截切筍莖時，在裝罐後一天內的脫錫量都在30～50ppm左右。

(2)無論在室溫或45°C下，貯藏一個月內的脫錫較速，以後稍慢；但貯藏於45°C下的各種長筍芽罐，在貯藏六個月以後，似有脫錫突增的趨勢，此種脫錫經過圖形，與森等[17]所報告者稍異。

(3)各種原料之蘆筍罐，在45°C下貯藏六個月以後的脫錫量，約達貯藏於室溫下者2.2至2.5倍。

(4)白蘆筍芽罐（代號WS），貯藏於週日辦公時間內有冷氣調節的實驗室內者（RT），與貯藏於完全無冷氣調節的室溫下者（AT），其一年內之脫錫幾無差異。

(5)在各種原料蘆筍罐中，白色長筍芽罐（WS及GTWS）及綠色長筍芽罐（GS）的脫錫情形差不多，都是脫錫最厲害者，綠尖長筍芽罐（GTS）之脫錫稍慢，而截切筍莖罐（WC及GC）的脫錫最慢，在貯藏一年後的脫錫量僅及長筍芽罐脫錫量的三分之二，與森等[17]所報告者差不多。至於這種由蘆筍原料條件所引起的脫錫速率的差異，因爲各種原料的硝酸鹽含量差不多（表一），所以硝酸鹽含量之多寡不可能是決定脫錫速率的因素。又因Rutin只存在於綠蘆筍及白蘆筍之綠尖部份（表一），但白色及綠色長筍芽罐頭之脫錫量並無多大差異，可見Rutin也顯然不是決定蘆筍罐脫錫速率的因素。

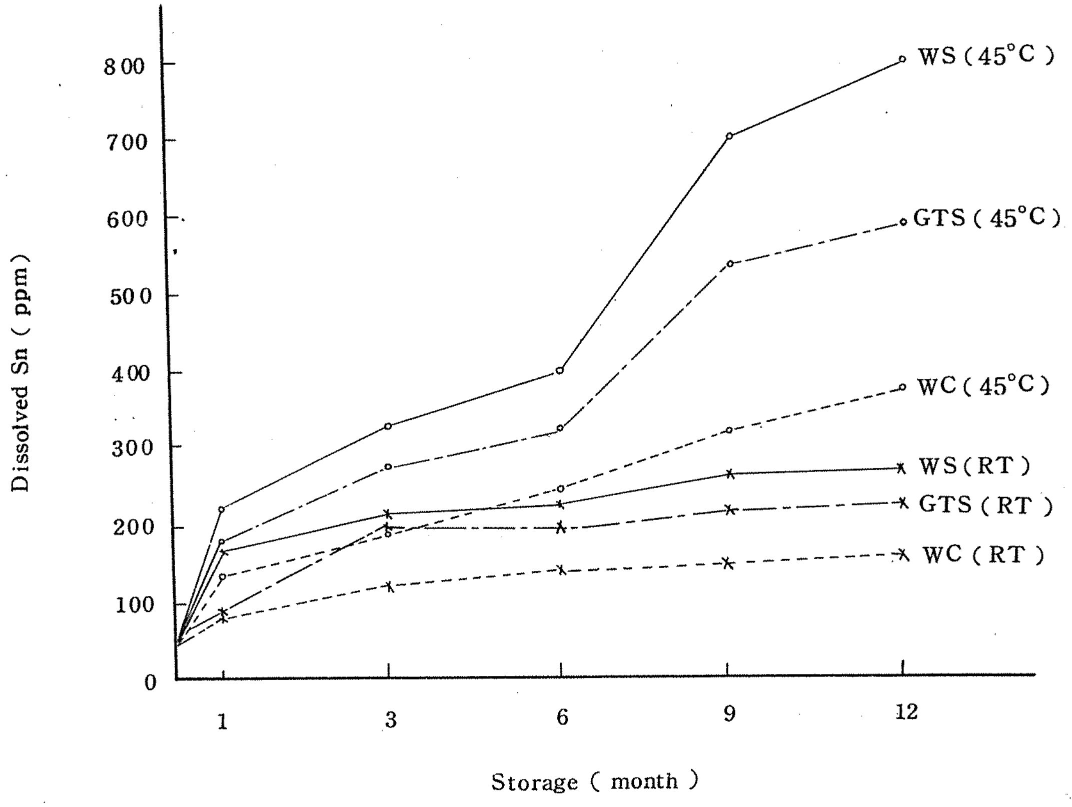

圖1　不同原料之蘆筍罐頭在貯藏一年間之脫錫情形（兩端塗漆四號罐）

Fig. 1. Detinning of canned asparagus of different raw materials during 1-year storage (Ends-lacquered No. 4 cans)

據掘尾與吉田[18]及竹內等[19]之報告，認爲 Cystine 與 Cysteine 是促進蘆筍罐頭脫錫與罐內壁黑變的主要因素，値得今後再進一步之研究。

2. pH，酸度與溶鐵量之變化

以各種不同原料所製造的蘆筍罐頭，在貯藏中隨著脫錫之進行而有 pH 漸降與酸度漸升的現象，尤以貯藏於 45°C 者爲甚，但其變化情形不很規則，因此只列隔天開罐及一年後開罐時所測的 pH 與酸度於表五。此種pH 下降與酸度上昇現象，與模擬裝罐試驗[23]中之 pH上昇及酸度下降現象完全相反。至於各種蘆筍罐頭內容物中之溶鐵量，在貯藏六個月後才加以測定，結果如表六所示。

表五　不同原料蘆筍罐之 pH 與酸度在貯藏一年間之變化（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）

Table 5. Changes in pH and acidity of canned asparagus of different raw materials during 1-year storage (Ends-lacquered No. 4 cans, average of 5 cans).

Code	pH			Titratable acidity (as mg % citric acid)		
	1 day	RT, 1 year	45°C, 1 year	1 day	RT, 1 year	45°C, 1 year
WS	5.52	5.21	4.98	92	120	130
GTWS	5.48	5.14	4.97	101	123	133
WC	5.52	5.14	4.66	74	104	130
GS	5.84	5.37	5.01	82	121	133
GTS	5.80	5.39	4.94	77	119	145
GC	5.85	5.27	4.95	60	118	121

表六　不同原料蘆筍罐在貯藏一年間之溶鐵量（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）

Table 6. Iron pick-up by canned asparagus of different raw materials during 1-year storage (Ends-lacquered No. 4 cans, average of 5 cans).

Code	Stored at RT			Stored at 45°C		
	6 mo.	9 mo.	12 mo.	6 mo.	9 mo.	12 mo.
	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
WS	4.1	5.5	8.1	3.8	9.8 *	17.5 *
GTWS	4.8	6.3	8.3	3.7	15.8 *	20.0 *
WC	1.8	3.0	5.3	3.7	5.3	9.5 *
WS	4.5	7.4	8.8	4.5	8.5 *	8.8 *
GTS	4.9	7.4	9.4	5.4	8.3 *	9.8 *
GC	3.6	6.0	8.5	3.8	6.0	8.1 *

*Black stain on the plain body.

由以上的結果可以看出，用兩端塗漆罐來裝各種蘆筍原料時，其罐內環境完全是一種強脫錫性環境，即以錫的犧牲性溶解來保護底金屬的鐵，因此除非在高溫下有高度的脫錫，是不會有大量的鐵溶出來，同時因爲有其他陰極性去極化劑（ Cathodic depolarizer ）[20]存在，所以不會有膨脹發生，與日本森等[17]及西村等[21]之實驗結果大致相同。

3. 硝酸鹽之變化

各種蘆筍罐頭中的硝酸鹽，在貯藏中隨著脫錫之進行而消失，同時有銨鹽之產生，如表七所示。可見在兩端塗漆的蘆筍罐頭中，硝酸鹽可能作爲一種陰極性去極化劑，吸收由脫錫而來的電子，因而被還原成銨鹽。但是裝罐一天後的銨態氮就有 100 ppm 左右，遠超過新鮮原料所含之銨態氮，可見有不少銨態氮來自其他氮源，如酸醯氮（ amide-N ）等。

B、製罐條件對脫錫之影響試驗

B—1、殺菁條件之影響

本試驗所用的蘆筍原料爲十月一日的白蘆筍芽與十月九日的綠蘆筍芽，在各種殺菁條件下的裝罐數以及裝罐後的貯藏溫度如表八所示，所用空罐全爲兩端塗漆四號罐。

從上述各種殺菁條件下製成的白蘆筍芽及綠蘆筍芽罐頭，在室溫貯藏一天至十二個月期間共舉行六次開罐檢驗，記錄各種物理及化學變化，所得結果如下。

(1)脫錫量之變化

以不同殺菁條件製成的白蘆筍芽及綠蘆筍芽罐頭，在室溫貯藏一年間的脫錫情形如表九所示。

表七　不同原料蘆筍罐中硝酸鹽，在貯藏一年間之變化（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）

Table 7. Changes of nitrate in canned asparagus of different raw materials during 1-year storage (Ends-lacquered No. 4 cans, average of 5 cans).

Code	Raw material		Storage	NO_3-N after storage			NH_4-N after storage		
	NO_3–N	NH_4–N	temp.	1 day	6 mo.	12 mo.	1 day	6 mo.	12 mo.
	ppm	ppm		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
WS	52.0	40.3	RT	35.0	4.3	3.2	99	125	135
GTWS	43.7	48.0	RT	27.1	4.0	3.0	105	128	134
WC	47.2	47.2	RT	28.0	4.5	3.1	111	125	139
GS	39.2	45.6	RT	25.1	6.1	3.8	98	111	118
GTS	37.0	51.8	RT	25.4	4.6	3.8	118	140	143
GC	40.4	50.8	RT	27.0	5.7	3.0	108	133	134
WS	52.0	40.3	45°C	35.0	3.6	2.8	105	125	137
GTWS	43.7	48.0	45°C	27.1	2.9	2.8	108	138	137
WC	47.2	47.2	45°C	28.0	3.2	2.7	114	137	141
GS	39.2	45.6	45°C	25.1	3.7	2.8	101	121	129
GTS	37.2	51.8	45°C	25.4	3.2	3.1	114	146	149
GC	40.4	50.8	45°C	27.0	4.3	3.4	111	131	139

表八　製罐條件之影響試驗中各種殺菁條件下之裝罐數，以及裝罐後之貯藏溫度。

Table 8. Blanching conditions, can numbers and storage temperature of canned asparagus in the experiments on the effects of canning conditions.

Code	Raw material	Blanching conditions	Number of cans prepared	Storage temp.
W–HS (W)	White spears	Water, 97°C, 1 min.	36 cans	RT
W–LL (W)	〃	Water, 77°C, 4 min.	36	RT
S–HS (W)	〃	Steam, 97°C, 2 min.	36	RT
S–LL (W)	〃	Steam, 87°C, 4 min.	36	RT
W–HS (G)	Green spears	Water, 97°C, 1 min.	36	RT
W–LL (G)	〃	Water, 77°C, 4 min.	36	RT
S–HS (G)	〃	Steam, 97°C, 2 min.	36	RT
S–LL (G)	〃	Steam, 87°C, 4 min.	36	RT

表九　以不同殺菁條件製成的蘆筍罐在室溫貯藏一年間之脫錫情形（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）。

Table 9. Detinning during 1-year storage at room temperature of canned asparagus prepared with different blanching conditions (Ends-lacquered No. 4 cans, average of 5 cans).

Code	Raw material	Dissolved Sn (ppm) after storage at RT					
		1 day	1 mo.	3 mo.	6 mo.	9 mo	12 mo.
W–HS(W)	White spears	48.1	173	206	247	282	323
W–LL(W)	〃	59.4	183	215	249	290	351
S–HS(W)	〃	69.9	179	202	246	266	318
S–LL(W)	〃	53.0	179	214	250	290	313
W–HS(G)	Green spears	54.0	202	233	245	282	325
W–LL(G)	〃	52.1	195	240	247	279	348
S–HS(G)	〃	58.4	183	216	217	274	280
S–LL(G)	〃	69.0	189	202	227	276	340

由上表所示之脫錫情形可以看出，使用熱水或水蒸汽來殺菁，或採用低溫長時間或高溫短時間殺菁，所製成白蘆筍芽或綠蘆筍芽罐頭的脫錫都無顯著差異，表示蘆筍原料中可以促進脫錫的因素成份，不因加熱而被破壞，也不被熱水洗除。又如與表四中白蘆筍芽罐（WS）與綠蘆筍芽罐（GS）在室溫下的脫錫情形比較，本試驗中之脫錫量雖有少許偏高的趨勢，但大體上還算差不多。

(2) pH，酸度與溶鐵量之變化

以不同殺菁條件製成的長筍芽罐頭，在一年貯藏期中也有 pH 漸降與酸度漸升的現象，如表十所示。又在貯藏六個月以後的溶鐵量，綠蘆筍芽罐稍高於白蘆筍芽罐，但都未超過 10ppm，罐身內壁也沒有變黑情形。

表十　以不同殺菁條件製成的蘆筍罐在室溫貯藏一年間的 pH，酸度及溶鐵量變化情形（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）。

Table 10. Changes in pH, acidity and iron pick-up during 1-year storage at room temperature of canned asparagus prepared with different blanching conditions (Ends-lacquered No. 4 cans, average of 5 cans)

Code	Raw material	pH		Titratable acidity		Iron pick-up	
		1 day	1 year	1 day	1 year	6 mo.	1 year
W–HS(W)	White spears	5.51	5.39	93mg%	107mg%	3.5ppm	4.5ppm
W–LL(W)	〃	5.45	5.38	99	106	3.1	4.5
S–HS(W)	〃	5.45	5.26	93	114	3.0	4.5
S–LL(W)	〃	5.52	5.27	94	124	2.8	5.0
W–HS(G)	Green spears	5.80	5.37	86	125	5.8	8.6
W–LL(G)	〃	5.74	5.36	93	130	6.6	8.4
S–HS(G)	〃	5.68	5.32	87	126	4.5	7.3
S–LL(G)	〃	5.63	5.28	95	131	5.2	9.5

(3)硝酸鹽之變化

在以不同殺菁條件製成的蘆筍罐中，其所含硝酸鹽也隨著脫錫之進行而被還原成銨鹽，如表十一所示。

表十一　以不同殺菁條件製成的蘆筍罐中，硝酸鹽在室溫貯藏一年期間之變化（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）

Table 11. Changes of nitrate during 1-year storage at room temperature in canned asparagus prepared with different blanching conditions (Ends- lacquered No.4 cans, average of 5 cans).

Code	Raw material	Nitrate -N (ppm)			Ammonium-N (ppm)		
		1 day	6 mo.	12 mo.	1 day	6 mo.	12 mo.
W－HS (W)	White spears	40.4	6.2	3.7	104	127	141
W－LL (W)	〃	41.2	6.9	3.2	101	138	138
S－HS (W)	〃	39.6	5.0	3.8	110	142	147
S－LL (W)	〃	38.8	3.7	3.8	109	134	146
W－HS (G)	Green spears	30.0	1.3	1.4	116	144	143
W－LL (G)	〃	29.4	1.9	1.3	119	144	149
S－HS (G)	〃	26.0	2.2	1.4	118	133	144
S－LL (G)	〃	27.1	1.7	1.3	114	136	141

B—2、填充液pH之影響

本試驗中所用的蘆筍原料爲十月一日的白蘆筍芽及十月八日的綠蘆筍芽。以各種 pH 的填充液製造的罐數，以及裝罐後的貯藏溫度如表十二所示，所用空罐全爲兩端塗漆四號罐。

表十二　製罐條件之影響試驗中各種填充液 pH 下之裝罐數，以及裝罐後之貯藏溫度。

Table 12. Brine pH, can numbers and storage temperature of canned asparagus in the experiments on the effects of canning conditions.

Code	Raw material	Brine pH	Number of cans prepared	Storage temperature
pH 4.2 (W)	White spears	4.2	36 cans	RT
pH 5.2 (W)	〃	5.2	36	RT
pH 6.2 (W)	〃	6.2	36	RT
pH 5.0 (G)	Green spears	5.0	36	RT
pH 6.0 (G)	〃	6.0	36	RT
pH 7.0 (G)	〃	7.0	36	RT

用上述各種 pH 的填充液所製之白蘆筍芽及綠蘆筍芽罐頭，在室溫貯藏一天至一年期間共舉行六次開罐檢驗，記錄各種物理及化學變化，所得的結果如下。

(1)脫錫量之變化

用不同 pH 的填充液製成的白蘆筍芽及綠蘆筍芽罐頭，在室溫貯藏一年間的脫錫情形如表十三所示。

表十三　以不同 pH 的填充液製成的蘆筍罐在室溫貯藏一年間之脫錫情形（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）。

Table 13. Detinning during 1-year storage at room temperature of canned asparagus prepared with different brine pH's (Ends- lacquered No.4 cans, average of 5 cans).

Code	Raw material	Dissolved Sn (ppm) after storage at RT					
		1 day	1 mo.	3 mo.	6 mo.	9 mo.	12 mo.
pH 4.2 (W)	White spears	54.2	160	209	230	276	295
pH 5.2 (W)	〃	51.6	177	210	228	255	295
pH 6.2 (W)	〃	40.9	161	184	222	256	314
pH 5.0 (G)	Green spears	63.2	181	230	239	237	260
pH 6.0 (G)	〃	62.9	181	228	261	288	318
pH 7.0 (G)	〃	40.5	167	215	239	273	287

由上表所示之脫錫情形可以看出，用微酸性不同 pH 的填充液製成的白蘆筍芽或綠蘆筍芽罐頭，其裝罐後一天內的脫錫量稍有隨 pH 之提高而減少的趨勢，但經貯藏一個月以後則因原來不同的 pH 被蘆筍原料成分之緩衝力消除，因而再看不出有規則的差異，而且其在貯藏一年間的脫錫情形，大致與表四中白蘆筍芽罐（WS）與綠蘆筍芽罐（GS）在室溫下的脫錫情形相似。據 Board 及 Holland[22] 謂，硝酸性脫錫可由高 pH（6.0以上）來加以抑制，但本實驗中完全看不出脫錫隨 pH 之提高而減少，暗示蘆筍罐之脫錫並非硝酸性脫錫。

(2) pH ，酸度與溶鐵量之變化

用不同 pH 的填充液製成的長筍芽罐頭，在一年貯藏期間也有 pH 漸降與酸度漸升的現象，如表十四所示。又，在貯藏六個月以後的溶鐵量，仍然以綠蘆筍罐稍高於白蘆筍罐，但都未超過 10 ppm，而且罐身內壁也沒有變黑現象。

表十四　用不同 pH 的填充液製成的蘆筍罐在室溫貯藏一年間的 pH，酸度及溶鐵量之變化（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）

Table 14. Changes in pH, acidity and iron pick-up during 1-year storage at room temperature of canned asparagus prepared with different brine pH's (Ends- lacquered No. 4 cans, average of 5 cans).

Code	Raw material	pH		Titratable acidity		Iron pick-up	
		1 day	1 year	1 day	1 year	6 mo.	1 year
pH 4.2 (W)	White spears	5.41	5.31	96 mg%	122mg%	3.2 ppm	5.0 ppm
pH 5.2 (W)	〃	5.47	5.38	90	128	2.4	4.8
pH 6.2 (W)	〃	5.61	5.40	83	128	2.1	5.3
pH 5.0 (G)	Green spears	5.80	5.35	83	138	5.7	8.2
pH 6.0 (G)	〃	5.86	5.41	80	140	5.8	9.4
pH 7.0 (G)	〃	5.91	5.38	67	133	6.7	8.6

(3)硝酸鹽之變化

在以不同 pH 的填充液製成的蘆筍罐中，其所含硝酸鹽也一樣隨著脫錫之進行而被還原成銨鹽，如表十五所示。

表十五　用不同 pH 的填充液製成的蘆筍罐中，硝酸鹽在室溫貯藏一年期間之變化（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）

Table 15. Changes of nitrate during 1-year storage at room temperature in canned asparagus prepared with different brine pH's (Ends-lacquered No. 4 cans).

Code	Raw material	Nitrate-N (ppm)			Ammonium-N (ppm)		
		1 day	6 mo.	12 mo.	1 day	6 mo.	12 mo.
pH 4.2 (W)	White spears	25.8	3.8	3.2	118	130	145
pH 5.2 (W)	〃	27.8	4.8	3.4	120	134	146
pH 6.2 (W)	〃	27.5	5.6	3.3	124	138	151
pH 5.0 (W)	Green spears	27.7	4.7	2.7	114	130	138
pH 6.0 (W)	〃	28.1	4.3	3.1	116	135	141
pH 7.0 (W)	〃	25.1	5.3	3.2	121	140	145

B—3、填充液中硝酸鹽之影響

本試驗中所用的蘆筍原料爲十月十五日的白蘆筍芽及十月九日的綠蘆筍芽。以添加不同量硝酸鉀的填充液製造的罐數，以及製罐後的貯藏溫度如表十六所示，所用空罐全爲兩端塗漆四號罐。

表十六　製罐條件之影響試驗中，填充液添加不同量硝酸鹽條件下之製罐數，以及裝罐後之貯藏溫度。

Table 16. Nitrate-N levels, can numbers and storage temperature of canned asparagus in the experiments on the effects of canning conditions.

Code	Raw material	Nitrate-N added to the brine	Number of cans prepared	Storage temp.
		ppm	cans	
N − 0 (W)	White spears	0	36	RT
N − 40 (W)	〃	40	36	RT
N − 100 (W)	〃	100	36	RT
N − 0 (G)	Green spears	0	36	RT
N − 40 (G)	〃	40	36	RT
N − 100 (G)	〃	100	36	RT

用上述添加不同量硝酸鉀的填充液製成的長筍芽罐頭，在室溫貯藏一天至十二個月期間共舉行六次開罐檢驗，記錄各種物理及化學變化，所得的結果如下。

(1)脫錫量之變化

用添加不同量硝酸鉀的填充液製成的白蘆筍芽及綠蘆筍芽罐頭，在室溫貯藏一年間的脫錫情形如表十七所示。

表十七　用添加不同量硝酸態氮的填充液製成的蘆筍罐，在室溫貯藏一年間之脫錫情形（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）

Table 17. Detinning during 1-year storage at room temperature of canned asparagus prepared with different levels of nitrate-N added to the brine (Ends-lacquered No.4 cans, average of 5 cans).

Code	Raw material	Dissolved Sn (ppm) after storage at RT					
		1 day	1 mo.	3 mo.	6 mo.	9 mo.	12 mo.
N − 0 (W)	White spears	55.8	172	221	247	299	309
N − 40 (W)	〃	63.9	182	212	249	274	297
N − 100 (W)	〃	58.6	177	229	250	291	326
N − 0 (G)	Green spears	45.1	196	229	231	284	310
N − 40 (G)	〃	64.0	202	225	240	290	318
N − 100 (G)	〃	72.2	177	212	230	277	282

由上表所示之脫錫情形可以看出，對填充液用硝酸鉀添加 40 ～ 100ppm 的硝酸態氮而製成的蘆筍罐，在室溫下貯藏一年期間之脫錫情形，與不添加硝酸鹽者並無多大差異，且與表四中白蘆筍芽罐（WS）及綠蘆筍芽罐（GS）在室溫下的脫錫情形差不多。西村等[21]在日本用白蘆筍做實驗，也得到一樣結果。但是，這些結果並不表示硝酸鹽與脫錫無關，而事實上本研究各試驗中的分析結果都顯示，硝酸鹽在蘆筍罐中可能作爲陰極性去極化劑，經吸收因脫錫而來的電子而變成銨鹽，而且在室溫貯藏一兩個月就被還原殆盡，連添加 100ppm硝酸態氮者也在室溫貯藏三個月左右，就被還原殆盡（參照表十九）。又鑑於白蘆筍芽及綠蘆筍芽本身就含有 40 ～ 50ppm的硝酸態氮，而添加於填充液中的硝酸鹽却仍在短時間內被還原消耗掉，但是脫錫量並無顯著的增加，因此，由這些現象可以推測下面兩點：

(a)、在蘆筍罐內之脫錫過程中，除硝酸鹽外必另有其他一種或一種以上的化合物（非氫離子）作爲陰極性去極化劑，而且其量必然不小。

(b)、在這些陰極性去極化劑中，硝酸鹽爲最佳去極化劑，最容易吸收因脫錫而來的電子，因此優先被還原消耗，然後才還原其他去極化劑。

(2) pH，酸度與溶鐵量之變化

用添加不同量硝酸鉀的填充液製成的長筍芽罐頭，在室溫下貯藏一年期間也有 pH 漸降及酸度漸升的現象，如表十八所示。又在室溫下貯藏六個月以後的溶鐵量，也是綠蘆筍罐稍高於白蘆筍罐，但都未超過10ppm，而且罐身內壁也沒有變黑現象。

(3)硝酸鹽之變化

在用添加不同量硝酸鉀的填充液製成的蘆筍罐中，其所含硝酸鹽也隨著脫錫之進行而迅速被還原成銨鹽，如表十九所示。

表十九結果顯示，蘆筍罐內之硝酸鹽，在氮含量 100ppm以內時，都作爲陰極性去極化劑，經吸收因脫錫而來的電子在短期間內迅速被還原成銨鹽，但在硝酸態氮 100ppm以內無論添加多少硝酸鹽，在室溫貯藏一年後所產生的銨態氮並無增加。此一事實支持前述的推論，在蘆筍罐內除硝酸鹽以外，另有豐富的陰極性去極化劑，但其作用遠比硝酸鹽緩慢。所以在有硝酸鹽留存的情況下，硝酸鹽必優先吸收電子，直到硝酸鹽被還原完畢後方由其他陰極性去極化劑來吸收電子。

表十八　用添加不同量硝酸態氮的塡充液製成的蘆筍罐，在室溫貯藏一年間的 pH ，酸度及溶鐵量之變化（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）。

Table 18. Changes in pH, acidity and iron pick-up during 1-year storage at room temperature of canned asparagus prepared with different levels of nitrate-N added to the brine (Ends-lacquered No.4 can, average of 5 cans)

Code	Raw material	PH		Titratable acidity		Iron pick-up	
		1 day	1 year	1 day	1 year	1 day	1 year
				mg %	mg %	ppm	ppm
N－ 0 (W)	White spears	5.78	5.30	63	102	2.0	6.3
N－ 40 (W)	〃	5.75	5.30	69	99	2.4	5.6
N－100 (W)	〃	5.81	5.31	68	106	2.7	6.3
N－ 0 (G)	Green spears	5.79	5.37	79	128	5.5	8.3
N－ 40 (G)	〃	5.73	5.33	86	130	5.9	7.2
N－100 (G)	〃	5.67	5.35	89	126	5.4	8.5

表十九　用添加不同量硝酸態氮的塡充液製成的蘆筍罐中，硝酸鹽在室溫貯藏一年期間之變化（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）。

Table 19. Changes of nitrate during 1-year storage at room temperature in canned asparagus prepared with different levels of nitrate-N added to the brine (Ends-lacquered No.4 cans, average of 5 cans).

Code	Raw material	Nitrate-N (ppm)			Ammonium-N (ppm)		
		1 day	6 mo.	12 mo.	1 day	6 mo.	12 mo.
N－ 0 (W)	White spears	30.5	1.8	1.0	96	117	124
N－ 40 (W)	〃	49.7	3.2	1.4	98	123	127
N－100 (W)	〃	68.3	4.6	1.9	100	123	128
N－ 0 (G)	Green spears	32.6	1.5	0.6	110	120	146
N－ 40 (G)	〃	41.2	3.7	1.5	112	150	149
N－100 (G)	〃	79.2	5.6	2.3	115	143	150

B－4、罐頭上部空隙與脫氣條件之影響

本試驗所用的蘆筍原料為十月十五日的白蘆筍芽與十月九日的綠蘆筍芽。在各種上部空隙與脫氣條件下的裝罐數，以及製罐後的貯藏溫度，如表二十所示，所用空罐全為兩端塗漆四號罐。

表二十　製罐條件之影響試驗中，各種上部空隙與脫氣條件下之裝罐數，以及裝罐後之貯藏溫度。

Table 20. Headspace and exhausting conditions, can numbers and storage temperature of canned asparagus in the experiments on the effects of canning conditions.

Code	Raw material	Head-space	Central temp. after exhausting	Number of cans prepared	Storage temp.
LH－LV (W)	White spears	15 mm	71°C	36 cans	RT
LH－HV (W)	〃	15	88°C	36	RT
SH－LV (W)	〃	5	71°C	36	RT
SH－HV (W)	〃	5	88°C	36	RT
LH－LV (G)	Green spears	15	71°C	36	RT
LH－HV (G)	〃	15	88°C	36	RT
SH－LV (G)	〃	5	71°C	36	RT
SH－HV (G)	〃	5	88°C	36	RT

於上述各種上部空隙及脫氣條件下製成的白蘆筍芽及綠蘆筍芽罐頭，在室溫貯藏一天至十二個月期間共舉行六次開罐檢驗，記錄各種物理及化學變化，所得結果如下：

(1)脫錫量之變化

以不同上部空隙與脫氣條件製成的長筍芽罐頭，在室溫貯藏一年期間的脫錫情形，如表二十一所示。

表二十一　以不同上部空隙與脫氣條件製成的蘆筍罐，在室溫貯藏一年間之脫錫情形（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）。

Table 21. Detinning during 1-year storage at room temperature of canned asparagus prepared under different headspace and exhausting conditions (Ends-lacquered No.4 cans, average of 5 cans).

Code	Head-space	Vacuum	Dissolved Sn (ppm) after storage at RT					
			1 day	1 mo.	3 mo.	6 mo.	9 mo.	12 mo.
LH－LV (W)	16.5mm	21.5cm	64.9	176	221	275	304	321
LH－HV (W)	16.0	29.5	83.5	178	211	265	293	311
SH－LV (W)	5.5	31.8	65.8	161	211	236	268	310
SH－HV (W)	4.8	39.0	51.9	166	215	231	253	296
LH－LV (G)	11.3	25.3	64.4	222	252	270	307	334
LH－HV (G)	8.5	33.3	64.5	203	236	247	307	333
SH－LV (G)	2.8	32.5	59.4	188	219	231	275	285
SH－HV (G)	4.8	41.8	45.5	174	217	221	272	283

由上表所示之結果可以看出，本試驗中原來所計劃的上部空隙，在白蘆筍罐方面做得相當準確，但在綠蘆筍罐方面準確度較差，惟仍有相當差異，可資比較。然在眞空度方面，却因受到上部空隙大小的影響，所得眞空度之分佈不很理想。因此，在整個脫錫量之資料中，眞空度的影響只能在白蘆筍罐方面看出一點點，即眞空度高者脫錫量少一點。至於上部空隙的影響，則在綠蘆筍罐中上部空隙較小（ 5 mm 以下）的兩項（SH－LV與SH－HV）可以看到較少的脫錫，惟其差異不很顯著。因此，綜合本項試驗所得的結果，可以說在製罐中應儘量添滿塡充液以減少上部空隙，並應儘量使脫氣完全及儘速封蓋，以提高罐內眞空度，俾減少可作為陰極性去極化劑的氧氣[20]。如此，雖不足以解決嚴重脫錫問題，但如再配合以空罐品質之改善或適度的塗漆，必然對蘆筍罐頭脫錫之有效控制有相當的幫助。

(2)pH，酸度與溶鐵量之變化

以不同上部空隙與脫氣條件製成的長蘆筍芽罐頭，在一年貯藏期中，也有 pH 漸降與酸度漸升的現象，而且其在各試驗中的變化情形差不多，如表二十二所示。又，在貯藏六個月以後的溶鐵量，也是綠蘆筍罐高於白蘆筍罐，但都未越過 10 ppm，而且罐身內壁也沒有變黑現象。

(3)硝酸鹽之變化

在以不同上部空隙及脫氣條件製成的蘆筍罐中，其所含硝酸鹽在貯藏中也隨著脫錫之進行而被還原成銨鹽，而且其在各試驗中變化情形差不多，如表二十三所示。

表二十二　以不同上部空隙與脫氣條件製成的蘆筍罐，在室溫貯藏一年間的 pH ，酸度及溶鐵量變化情形（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）。

Table 22. Changes in pH, acidity and iron pick-up during 1-year storage at room temperature of canned asparagus prepared under different headspace and exhausting conditions. (Ends-lacquered No.4 cans, average of 5 cans).

Code	Head-space	Vacuum	pH		Titratable acidity		Iron pick-up	
			1 day	1 year	1 day	1 year	6 mo.	1 year
	mm	cm			mg %	mg %	ppm	ppm
LH－LV (W)	16.5	21.5	5.77	5.28	75	105	2.2	4.8
LH－HV (W)	16.0	29.5	5.71	5.30	84	100	2.5	5.6
SH－LV (W)	5.5	31.8	5.72	5.31	70	103	2.2	6.3
SH－HV (W)	4.8	39.0	5.80	5.27	67	101	2.4	6.5
LH－LV (G)	11.3	25.3	5.71	5.34	89	130	6.1	9.0
LH－HV (G)	8.5	33.3	5.68	5.40	91	130	5.0	8.5
SH－LV (G)	2.8	32.5	5.72	5.43	86	127	7.3	9.8
SH－HV (G)	4.8	41.8	5.74	5.40	85	130	7.6	9.3

表二十三　以不同上部空隙及脫氣條件製成的蘆筍罐中，硝酸鹽在室溫貯藏一年期間之變化（兩端塗漆四號罐五罐之平均值）。

Table 23. Changes of nitrate during 1-year storage at room temperature in canned asparagus prepared with different headspace and exhausting conditions (Ends-lacquered No.4 cans, average of 5 cans)

Code	Head-space	Vacuum	Nitrate-N (ppm)			Ammonium-N (ppm)		
			1 day	6 mo.	12 mo.	1 day	6 mo.	12 mo.
	mm	cm						
LH－LV (W)	16.5	21.5	30.8	1.3	0.4	96	122	128
LH－HV (W)	16.0	29.5	34.7	1.5	0.4	90	116	123
SH－LV (W)	5.5	31.8	31.9	1.4	0.6	91	117	122
SH－HV (W)	4.8	39.0	38.9	1.5	1.3	88	110	128
LH－LV (G)	11.3	25.3	26.7	1.3	Tr.	120	150	150
LH－HV (G)	8.5	33.3	24.9	0.6	Tr.	121	138	147
SH－LV (G)	2.8	32.5	27.6	1.7	Tr.	118	144	148
SH－HV (G)	4.8	41.8	27.8	0.9	Tr.	115	135	147

B—5、台灣鳳梨公司高雄製罐廠所製兩端塗漆罐之蘆筍裝罐貯藏試驗結果之綜合。

由於前述各種有關原料條件及製罐條件之影響試驗中，用台鳳高雄製罐廠所製兩端塗漆罐來裝白蘆筍芽或綠蘆筍芽，然後貯藏於室溫或 45°C 而開罐檢驗的結果非常相似，因此就這些開罐檢驗結果分別作脫錫量之變化，pH ，酸度及溶鐵量之變化，以及硝酸鹽之變化等資料之綜合統計，以作為對該種空罐裝罐貯藏性質之討論之參考。

表二十四　以台鳳高雄製罐廠所製兩端塗漆四號罐裝白蘆筍芽後，在一年貯藏期間之脫錫量變化（各項數據皆為五罐之平均值）。

Table 24. Detinning during 1-year storage of canned white asparagus spears packed in ends-lacquered No.4 cans manufactured by the Kaoshiung Can Factory of Taiwan Pineapple Co. (All data are the average of 5 cans).

Code	Storage temp.	Dissolved Sn (ppm) after storage					
		1 day	1 mo.	3 mo.	6 mo.	9 mo.	12 mo.
WS	RT	35.7	178	217	233	279	296
GTWS	〃	42.1	188	225	239	261	278
WS (AT)	〃	35.7	177	210	232	283	313
W－HS (W)	〃	48.1	173	206	247	282	323
W－LL (W)	〃	59.4	183	215	249	290	351
S－HS (W)	〃	69.9	179	202	246	266	318
S－LL (W)	〃	53.0	179	214	250	290	313
PH 4.2 (W)	〃	54.2	160	209	230	276	295
PH 5.2 (W)	〃	51.6	177	210	228	255	295
PH 6.2 (W)	〃	40.9	161	184	222	256	314
N－ 0 (W)	〃	55.8	172	221	247	299	309
N－ 40 (W)	〃	63.9	182	212	249	274	297
N－100 (W)	〃	58.6	177	229	250	291	326
LH－LV (W)	〃	64.9	176	221	275	304	321
LH－HV (W)	〃	83.5	178	211	265	293	311
SH－LV (W)	〃	65.8	161	211	236	268	310
SH－HV (W)	〃	51.9	166	215	231	253	296
EL (W)	〃	47.0	168	200	225	259	293
Range	RT	36-84	160-188	184-229	222-275	253-304	278-351
Average	(90 cans)	54.6	174	212	242	277	309
WS	45°C	35.7	218	329	407	714	801
GTWS	〃	42.1	221	307	400	654	681
EL (W)	〃	47.0	194	282	394	662	811
Average	(15 cans)	41.6	211	306	400	667	764

表二十五 以台鳳高雄製罐廠所製兩端塗漆四號罐裝綠蘆筍芽後，在一年貯藏期間之脫錫量變化（各項數據皆爲五罐之平均值）。

Table 25. Detinning during 1-year storage of canned green asparagus spears packed in ends-lacquered No.4 cans manufactured by the Kaoshiung Can Factory of Taiwan Pineapple Co. (All data are the average of 5 cans).

Code	Storage temp.	Dissolved Sn (ppm) after storage					
		1 day	1 mo.	3 mo.	6 mo.	9 mo.	12 mo.
GS	RT	52.9	178	218	239	271	289
GTS	〃	47.4	159	202	209	239	258
W-HS (G)	〃	54.0	202	233	245	282	325
W-LL (G)	〃	52.1	195	240	247	279	348
S-HS (G)	〃	58.4	183	216	217	274	280
S-LL (G)	〃	69.0	189	202	227	276	340
PH 5.0 (G)	〃	63.2	181	230	239	257	260
PH 6.0 (G)	〃	62.9	181	228	261	288	318
PH 7.0 (G)	〃	40.5	167	215	239	273	287
N- 0 (G)	〃	45.1	196	229	231	284	310
N- 40 (G)	〃	64.0	202	225	240	290	318
N-100 (G)	〃	72.2	177	212	230	277	282
LH-LV (G)	〃	64.4	222	252	270	307	334
LH-HV (G)	〃	64.5	203	236	247	307	333
SH-LV (G)	〃	59.4	188	219	231	275	285
SH-HV (G)	〃	45.4	174	217	221	272	283
EL (G)	〃	34.0	158	255	266	308	328
Range	RT	34-722	158-222	202-255	209-270	239-308	258-348
Average	(85cans)	55.8	186	225	239	280	588
GS	45°C	52.9	212	259	346	628	790
GTS	〃	47.4	185	283	336	540	588
Average	(10 cans)	50.2	199	271	341	584	689

表二十六 以台鳳高雄製罐廠所製兩端塗漆罐裝白蘆筍芽後，在一年貯藏期間之 pH ，酸度及溶鐵量變化（各項數據均爲五罐之平均值）。

Table 26. Changes in PH, acidity and iron pick-up during 1-year storage of canned white asparagus spears packed in ends-lacquered No.4 cans manufactured by the Kaoshiung Can Factory of Taiwan Pineapple Co. (All data are the average of 5 cans)

Code	Storage temp.	PH		Titratable acidity		Iron pick-up	
		1 day	1 year	1 day	1 year	6 mo.	1 year
				mg %	mg %	ppm	ppm
WS	RT	5.52	5.21	92	120	4.1	8.1
GTWS	〃	5.48	5.14	101	123	4.8	8.3
WS (AT)	〃	5.52	5.31	92	116	4.2	8.2
W-HS (W)	〃	5.51	5.39	93	107	3.5	4.5
W-LL (W)	〃	5.45	5.38	99	106	3.1	4.5
S-HS (W)	〃	5.45	5.26	93	114	3.0	4.5
S-LL (W)	〃	5.52	5.27	94	124	2.8	5.0
PH 4.2 (W)	〃	5.41	5.31	96	122	3.2	5.0
PH 5.2 (W)	〃	5.47	5.38	90	128	2.4	4.8
PH 6.2 (W)	〃	5.61	5.40	83	128	2.1	5.3
N- 0 (W)	〃	5.78	5.30	63	102	2.0	6.3
N- 40 (W)	〃	5.75	5.30	69	99	2.4	5.6
N-100 (W)	〃	5.81	5.31	63	106	2.7	6.3
LH-LV (W)	〃	5.77	5.28	75	105	2.2	4.8
LH-HV (W)	〃	5.71	5.30	84	100	2.5	5.6
SH-LV (W)	〃	5.72	5.31	70	103	2.2	6.3
SH-HV (W)	〃	5.80	5.27	67	101	2.4	6.5
EL (W)	〃	5.63	5.30	69	91	3.7	4.9
Range	RT	5.41-5.81	5.14-5.40	63-101	91-128	2.0-4.8	4.5-8.3
Average	(90 cans)	5.61	5.30	83	104	3.0	5.8
WS	45°C	5.52	[illegible].98	92	130	3.8	17.5
GTWS	〃	5.48	4.97	101	133	3.7	20.0
EL (W)	〃	5.63	4.92	69	98	6.8	26.9
Average	(15cans)	5.54	4.96	87	120	4.8	21.5

表二十七　以台鳳高雄製罐廠所製兩端塗漆罐裝綠蘆筍芽後，在一年貯藏期間之 pH ，酸度及溶鐵量變化（各項數據均爲五罐之平均值）。

Table 27. Changes in pH, acidity and iron pick-up during 1-year storage of canned green asparagus spears packed in ends-lacquered No. 4 cans manufactured by the Kaoshiung Can Factory of Taiwan Pineapple Co. (All date are the average of 5 cans).

Code	Storage temp.	PH		Titratable acidity		Iron pick-up	
		1 day	1 year	1 day	1 year	6 mo.	1 year
				mg %	mg %	ppm	ppm
GS	RT	5.84	5.37	82	121	4.5	8.8
GTS	〃	5.80	5.39	77	119	4.9	9.4
W－HS (G)	〃	5.80	5.37	86	125	5.8	8.6
W－LL (G)	〃	5.74	5.36	93	130	6.6	8.4
S－HS (G)	〃	5.68	5.32	87	126	4.5	7.3
S－LL (G)	〃	5.63	5.28	95	131	5.2	9.5
PH 5.0 (G)	〃	5.80	5.35	83	138	5.7	8.2
PH 6.0 (G)	〃	5.86	5.41	80	140	5.8	9.4
PH 7.0 (G)	〃	5.91*	5.38	67	133	6.7	8.6
N－ 0 (G)	〃	5.79	5.37	79	128	5.5	8.3
N－ 40 (G)	〃	5.73	5.33	86	130	5.9	7.2
N－100 (G)	〃	5.67	5.35	89	126	5.4	8.5
LH－LV (G)	〃	5.71	5.34	89	130	6.1	9.0
LH－HV (G)	〃	5.68	5.40	91	130	5.0	8.5
SH－LV (G)	〃	5.72	5.43	86	127	7.3	9.8
SH－HV (G)	〃	5.74	5.40	85	130	7.6	9.3
EL (G)	〃	5.84	5.37	73	122	4.8	7.2
Range	RT	5.63-5.86	5.28-5.43	67-95	119-140	4.5-7.6	7.2-9.8
Average	(85 cans)	5.75	5.37	84	129	5.7	8.6
GS	45°C	5.84	5.01	82	133	4.5	8.8
GTS	〃	5.80	4.94	77	145	5.4	9.8
Average	(10 cans)	5.82	4.98	80	139	5.0	9.3

* Not included in the range and the average calculation.

表二十八　以台鳳高雄製罐廠所製兩端塗漆罐裝白蘆筍芽後，在一年貯藏期間之硝酸鹽變化（各項數據均係五罐之平均值）。

Table 28. Changes in nitrate during 1-year storage of canned white asparagus spears packed in ends-lacquered No. 4 cans manufactured by the Kaoshiung Can Factory of Taiwan Pineapple Co. (All data are the average of 5 cans)

Code	Storage temp.	Nitrate-N (ppm)			Ammonium-N (ppm)		
		1 day	6 mo.	1 year	1 day	6 mo.	1 year
WS	RT	35.0	4.3	3.2	99	125	135
GTWS	〃	27.1	4.0	3.0	105	128	134
WS (AT)	〃	35.0	5.3	3.7	99	115	129
W－HS (W)	〃	40.4	6.2	3.7	104	127	141
W－LL (W)	〃	41.2	6.9	3.2	101	138	138
S－HS (W)	〃	39.6	5.0	3.8	110	142	147
S－LL (W)	〃	38.8	3.7	3.8	109	134	146
PH 4.2 (W)	〃	25.8	3.8	3.2	118	130	145
PH 5.2 (W)	〃	27.8	4.8	3.4	120	134	146
PH 6.2 (W)	〃	27.5	5.6	3.3	124	138	151
N－ 0 (W)	〃	30.5	1.8	1.0	96	117	124
N－ 40 (W)	〃	49.7*	3.2	1.4	98	123	127
N－100 (W)	〃	68.3*	4.6	1.9	100	123	128
LH－LV (W)	〃	30.8	1.3	0.4	96	122	128
LH－HV (W)	〃	34.7	1.5	0.4	90	116	123
SH－LV (W)	〃	31.9	1.4	0.6	91	117	122
SH－HV (W)	〃	38.9	1.5	1.3	88	110	123
EL (W)	〃	28.0	1.5	1.4	82	109	117
Range	RT	25.8-41.2	1.4-6.9	0.4-3.8	82-124	109-142	117-151
Average	(90 cans)	33.3	3.7	2.4	102	125	134
WS	45°C	35.0	3.6	2.8	105	125	137
GTWS	〃	27.1	2.9	2.8	108	138	137
EL (W)	〃	28.0	1.0	0.8	95	122	125
Average	(15 cans)	30.0	2.5	2.1	103	128	133

* Not included in the range and the average calculation.

表二十九　以台鳳高雄製罐廠所製兩端塗漆罐裝綠蘆筍芽後，在一年貯藏期間之硝酸鹽變化（各項數據均係五罐之平均值）。

Table 29. Changes in nitrate during 1-year storage of canned green asparagus spears packed in ends-lacquered No.4 cans manufactured by the Kaoshiung Can Factory of Taiwan Pineapple Co. (All data are the average of 5 cans).

Code	Storage temp.	Nitrate-N (ppm)			Ammonium-N (ppm)		
		1 day	6 mo.	1 year	1 day	6 mo.	1 year
GS	RT	25.1	6.1	3.8	98	111	118
GTS	〃	25.4	4.6	3.8	118	140	143
W－HS (G)	〃	30.0	1.3	1.4	116	144	143
W－LL (G)	〃	29.4	1.9	1.3	119	144	149
S－HS (G)	〃	26.0	2.2	1.4	118	133	144
S－LL (G)	〃	27.1	1.7	1.3	114	136	141
PH 5.0 (G)	〃	27.7	4.7	2.7	114	130	138
PH 6.0 (G)	〃	28.1	4.3	3.1	116	135	141
PH 7.0 (G)	〃	25.1	5.3	3.2	121	140	145
N－0 (G)	〃	32.6	1.5	0.6	110	120	146
N－40 (G)	〃	41.2 *	3.7	1.5	112	150	149
N－100 (G)	〃	79.2 *	5.6	2.3	115	143	150
LH－LV (G)	〃	26.7	1.3	Tr.	120	150	150
LH－HV (G)	〃	24.9	0.6	Tr.	121	138	147
SH－LV (G)	〃	27.6	1.7	Tr.	118	144	148
SH－HV (G)	〃	27.8	0.9	Tr.	115	135	147
EL (G)	〃	31.5	2.0	1.0	94	123	125
Range	RT	24.9-32.6	0.6-6.1	Tr-3.8	94-121	111-150	118-150
Average	(85 cans)	27.7	2.9	1.6	114	136	143
GS	45°C	25.1	3.7	2.8	101	121	129
GTS	〃	25.4	3.2	3.1	114	146	149
Average	(10 cans)	25.3	3.5	3.0	108	134	139

* Not included in the range and the average calculation.

由以上六表中所統計出來的結果，可以看出下列幾點：

(1)在脫錫量之變化方面，在室溫下貯藏時白蘆筍罐與綠蘆筍罐之脫錫速率相差極微，但在 45°C 下貯藏時白蘆筍罐之脫錫速率稍高於綠蘆筍罐（表二十四及表二十五）。

(2) pH之變化，無論在室溫下或在 45°C下貯藏，綠蘆筍罐之 pH 降低量都大於白蘆筍罐，尤以 45°C貯藏者爲甚。因此，酸度之增加量，也以綠蘆筍罐多於白蘆筍罐（表二十六及二十七）。

(3)溶鐵量，在室溫下貯藏時綠蘆筍罐高於白蘆筍罐，但在 45°C 下貯藏時，則白蘆筍罐高於綠蘆筍罐（表二十六及表二十七）。

(4)硝酸鹽被還原成銨鹽的速率，白蘆筍罐與綠蘆筍罐，無論貯藏於室溫下或 45°C 下，都相差不大（表二十八及表二十九）。

C、空罐試驗

C－1、不同來源之空罐試驗

爲試驗及比較本省各製罐廠所產製空罐在蘆筍裝罐後之脫錫情形，由泉泰等六家製罐廠分別收集一至三批兩端塗漆的四號空罐，共計十二種，其罐身部份的鐵皮，均爲熱浸鍍錫鐵皮，經由本所工程組檢驗其鐵皮及塗漆性質，所得結果如表三十所示。

表三十　本省各製罐廠所產製兩端塗漆罐之鐵皮及塗漆性質。

Table 30. The properties of tinplate and enamel of the ends-lacquered cans produced by local can factories.

Code	Manufacturer	Tin coating weight	Tin crystal size	Pickling lag value	Iron solution value	Waco enamel rater
		lb/b.b.		sec.		m.a/6.2v
FC－1	Fa-Cheng（華成）	1.28	9	17 *	37 *	75
FC－2	Fa-Cheng（華成）	1.91	9	26 *	12	100
ST－1	Sen-Tai（泉泰）	1.34	8	28 *	30 *	95
ST－2	Sen-Tai（泉泰）	1.17	9	20 *	5	102
TF－1	Taiwan Fruit（台灣水果）	1.51	7	18 *	50 *	—
TF－2	Taiwan Fruit（台灣水果）	1.80	7	45 *	35 *	136 *
TP－Y	TP-Yuanlin（台鳳員林）	1.49	9	41 *	35 *	25
TSF－1	Tai-Shan-Fa（台山發）	1.76	8	12 *	2	99
TSF－2	Tai-Shan-Fa（台山發）	1.20	9	8	15	93
TY－1	Tai-Yu（大裕）	1.14	8	36 *	32 *	112
TY－2	Tai-Yu（大裕）	2.5	6	49 *	17	105
TY－3	Tai-Yu（大裕）	1.76	9	16 *	35 *	87
TP－K**	TP-Kaoshiung（台鳳高雄）	1.06	7	6	8	38
Qualified values		(≧1.25)	≦9	≦10	≦20	≦125

* Not qualified when compared with the reference values.

** Data from Table 2.

使用上記各種兩端塗漆的四號空罐，以標準製罐條件裝製白蘆筍芽（十月十五日之原料），然後在室溫（週日辦公時間內有冷氣調節）下貯藏一年，其間共舉行六次開罐檢驗，記錄各種物理及化學變化，所得結果如下。

(1)脫錫量之變化

以不同來源的兩端塗漆罐裝製的白蘆筍芽罐頭，在室溫貯藏一年間之脫錫情形，如表三十一所示。

表三十一　以不同來源兩端塗漆四號罐裝製的白蘆筍芽罐頭，在室溫貯藏一年間的脫錫情形（四罐之平均值）

Table 31. Detinning during 1-year storage at room temperature of canned white asparagus spears packed in ends-lacquered No. 4 cans of different sources (Average of 4 cans).

Can Source	Dissolved Sn (ppm) after storage at RT.					
	1 day	1 mo.	3 mo.	6 mo.	9 mo.	12 mo.
FC－1	15.9	143	171	183	211	243
FC－2	28.9	176	188	231	276	285
ST－1	15.9	146	167	193	230	255
ST－2	13.5	140	172	192	226	251
TF－1	23.7	133	167	185	225	253
TF－2	70.9	179	202	230	301	314
TP－Y	43.6	140	189	202	252	270
TSF－1	22.9	147	159	191	234	250
TSF－2	22.8	144	176	197	267	284
TY－1	18.1	146	170	189	210	224
TY－2	19.2	153	182	196	238	253
TY－3	56.8	171	203	224	286	316
TP－K *	54.6	174	212	242	277	309

* From the average data for 90 cans listed in Table 24.

由上表所列的結果，可以看出下列三點：

(a)在所試十二種兩端塗漆四號罐中，有九種裝入白蘆筍芽後一天內的脫錫量未超過30ppm，遠比本研究其他部份試驗中用台灣鳳梨公司高雄製罐廠所製兩端塗漆罐（TP－K）裝入同樣原料的隔天脫錫量（平均54.6ppm）還要低，其原因不詳。

(b)上述初期脫錫量較少的各種空罐，其在室溫貯藏一年後的脫錫量，雖非全部低於使用台鳳高雄製罐廠所製空罐的相對脫錫量，但全部低於後者的總平均脫錫量（309ppm）。同時，初期脫錫量較高的兩種空罐（TF－2及TY－3），其貯藏一年後的脫錫量都超過該平均脫錫量。由此可見，蘆筍罐頭的初期脫錫量與以後的脫錫量之間似有相當程度的正相關關係。

(c)如將上表所列脫錫情形與表三十所列的鐵皮性質指示值做一對照，完全無法看出有任何一項數值與脫錫量之間有相關關係。尤以各項指示值都符合標準的兩種空罐（TSF－2與TP－K），其脫錫量竟比其他空罐爲高，實難了解。

(2) pH，酸度及溶鐵量之變化

在本試驗中所製白蘆筍芽罐，於室溫貯藏一年期間其pH，酸度及溶鐵量之變化情形，如表三十二所示。

表三十二　以不同來源兩端塗漆四號罐裝製的白蘆筍芽罐頭，在室溫貯藏一年期間pH，酸度及溶鐵量之變化（四罐之平均值）。

Table 32. Changes in pH, acidity and iron pick-up during 1-year storage at room temperature of canned white asparagus spears in ends-lacquered No.4 cans of different sources (Average of 4 cans).

Can source	PH		Titratable acidity		Iron pick-up	
	1 day	1 year	1 day	1 year	6 mo.	1 year
			mg%	mg%	ppm	ppm
FC－1	5.73	5.35	61	95	4.2	6.1
FC－2	5.74	5.39	64	97	2.5	6.5
ST－1	5.79	5.35	63	88	4.0	5.6
ST－2	5.73	5.40	62	96	3.9	5.8
TF－1	5.73	5.35	61	92	2.8	5.6
TF－2	5.71	5.36	62	94	2.4	5.6
TP－Y	5.75	5.37	67	94	2.8	5.5
TSF－1	5.80	5.36	61	97	2.8	6.3
TSF－2	5.76	5.41	64	94	6.1	9.0
TY－1	5.82	5.37	60	94	3.0	4.8
TY－2	5.81	5.38	60	95	2.9	5.3
TY－3	5.73	5.39	68	94	2.2	5.6
Average	5.76	5.37	63	94	3.3	6.0
TP－K*	5.61	5.30	83	104	3.0	5.8

* From the average data for 90 cans listed in Table 26.

由上表的結果可以看出，十二種空罐在貯藏一年內的pH下降與酸度上升情形都差不多，但其平均值與台鳳高雄製罐廠所製空罐（TP－K）的對照值相比，pH值較高而pH變化值較大，以及酸度較低而酸度上升度較大，可能與兩批蘆筍原料性質有關。至於室溫貯藏六個月以後的溶鐵量，則除TSF－2空罐一種特別嚴重外，其他各種都差不多，且與TP－K空罐的平均值也相近。

(3)硝酸鹽之變化

本試驗中所製白蘆筍罐所含的硝酸鹽，在室溫貯藏一年期間的變化情形如表三十三所示。

由表三十三的結果可以看出，在各種空罐中硝酸鹽的消失情形以及銨鹽的產生情形都差不多，而且與台鳳高雄製罐廠所製空罐（TP－K）的相對值對照時，硝酸鹽的消失情形也相差不多，但銨鹽的產生情形，則以TP－K罐爲速，這個差異也可能是由於所用蘆筍原料性質不同所致。

C－2、空罐塗漆條件之影響試驗

因爲在本所以前的研究實驗[8]中曾發現，蘆筍罐頭在貯藏期間之脫錫，除貯藏溫度與貯藏時間之影響至爲顯著外，空罐內壁之適度塗漆似爲一項易行而有效的脫錫控制辦法。因此，在本試驗中再就罐底不塗漆罐（Bottom-plain all-lacquered cans）及仿製高錫邊封罐（HTF 卽 High Tin Fillet Cans）做進一步的裝罐貯藏試驗，除以兩端塗漆罐作爲對照外，並對完全塗漆罐加或不加二氯化錫來做比較。本試驗所用之空罐及裝罐法，如表三十四所示。

表三十三　以不同來源兩端塗漆四號罐裝製的白蘆筍芽罐頭，在室溫貯藏一年期間的硝酸鹽變化（四罐之平均值）。

Table 33. Changes of nitrate during 1-year storage at room temperature of canned white asparagus spears packed in ends-lacquered No. 4 cans of different sources (Average of 4 cans).

Can source	Nitrate-N (ppm)			Ammonium-N (ppm)		
	1 day	6 mo.	12 mo.	1 day	6 mo.	12 mo.
FC−1	32.6	1.5	0.8	78	108	116
FC−2	33.3	1.4	Tr.	80	110	114
ST−1	38.5	1.5	Tr.	81	117	121
ST−2	35.0	1.5	Tr.	74	106	119
TF−1	29.4	1.6	Tr.	83	110	120
TF−2	36.8	1.3	Tr.	77	112	120
TP−Y	35.0	1.8	0.7	75	108	114
TSF−1	31.5	1.5	0.6	76	105	120
TSF−2	37.5	1.5	1.1	73	109	118
TY−1	32.2	1.8	0.7	79	110	119
TY−2	30.5	1.3	0.6	79	108	116
TY−3	35.7	1.3	0.6	73	107	118
Average	34.0	1.5	0.4	77	109	118
TP−K*	33.3	3.7	2.4	102	125	134

* From the average data for 90 cans listed in Table 28.

表三十四　空罐塗漆條件之影響試驗中所用空罐及裝罐條件。

Table 34. Cans and packing conditions used in the experiments on the effects of lacquer-coating conditions.

Code	Tinplate*	Inside coating*		Packing Conditions
		Body	Ends	
EL	HD 1.06 lb/b.b. (See Table 2)	Plain	Lacquered	Standard conditions
BP-u	Ditto	Lacquered	Top: lacquered Bottom: Plain	Asparagus tips were directed to the lacquered top-end, and this end was put upward during storage
BP-d	Ditto	Ditto	Ditto	Asparagus tips were directed to the lacquered top-end, and this end was put downward during storage.
HTF-1	HD 1.00 lb/b.b. (See Ref. 9)	Lacquered except the side seam**	Lacquered	Standard conditions.
HTF-2	HD 1.06 lb/b.b. (See Table 2)	Ditto	Ditto	Standard conditions.
AL-T	Ditto	Lacquered	Lacquered	$SnCl_2$ was added to the brine so that final concentration of Sn in the whole content get 20 ppm.
Al	Ditto	Ditto	Ditto	Standard conditions, without the addition of $SnCl_2$.

*The cans and lacquer-coating were made by the Kaoshiung Can Factory of Taiwan Pineapple Co. just before use. Only the HTF-1 cans were made by Tai-Yu Can Factory a year before use.

**The side seam portion (5 mm in width) was left unlacquered, and then soldered with pure tin.

使用上表所列的各種空罐，依標準製罐條件或上表所記載的條件裝製白蘆筍芽（十月十五日的原料）或綠蘆筍芽（十月十三日的原料），其各項裝罐數及裝罐後的貯藏溫度，如表三十五所示。

表三十五　空罐塗漆條件之影響試驗中，各項裝罐數及裝罐後之貯藏溫度。

Table 35. Can numbers and storage temperature of canned asparagus in the experiments on the effects of inside lacquer-coating conditions.

Code	Raw material	Can storage temperature	Number of cans prepared
EL (W)	White spears	RT	36 cans
		45°C	〃
BP−u (W)*	〃	RT	〃
BP−d (W)*	〃	45°C	〃
HTF−1 (W)	〃	RT	〃
HTF−2 (W)	〃	45°C	〃
AL−T (W)	〃	RT	〃
AL (W)	〃	45°C	〃
EL (G)	Green spears	RT	36 cans
		45°C	〃
BP−u (W)*	〃	RT	〃
BP−d (W)*	〃	45°C	〃
HTF−1 (G)	〃	RT	〃
HTF−2 (G)	〃	45°C	〃
AL−T (G)	〃	RT	〃
AL (G)	〃	45°C	〃

* See Table 34 for the packing and storage conditions.

用以上各種空罐裝白蘆筍芽或綠蘆筍芽後，於一年貯藏期間共舉行六次開罐檢驗，記錄各種物理及化學的變化，同時於室溫貯藏八個月及十個月後分別舉行白蘆筍罐及綠蘆筍罐的開罐品評，所得結果如下。

(1)脫錫量之變化

以不同塗漆條件的空罐裝製的蘆筍罐頭，在貯藏一年期間的脫錫情形，如表三十六及圖二所示。由表三十六及圖二所示的結果，可以看出下列幾點：

(a)本試驗中以兩端塗漆罐裝製的白蘆筍芽罐，其在室溫下或在45°C下的脫錫情形與表四及圖一所示的脫錫情形大致相同。惟本實驗中綠蘆筍芽罐在室溫下的脫錫量稍高於白蘆筍芽罐，與表四所示的情形稍微不同。

(b)以罐底不塗漆罐（BP-u及BP−d）裝長蘆筍芽，確能有效控制脫錫，使白蘆筍芽罐及綠蘆筍芽罐在室溫貯藏一年後的脫錫量分別減少到100～110 ppm及40ppm左右，可見對綠蘆筍芽之裝罐特別有效。但此種罐頭仍有罐底不塗漆部份變黑現象，尤以白蘆筍芽罐爲嚴重，在室溫貯藏半年後就差不多整個罐底變黑，嚴重影響消費者開罐時之觀感。堀尾與吉田[18]及竹內等[19]認

表三十六　以不同塗漆條件的四號空罐製成的蘆筍罐，在貯藏一年期間的脫錫情形（五罐平均值）

Table 36. Detinning during 1-year storage of canned asparagus packed in No.4 cans of different inside lacquer-coating conditions. (Average of 5 cans).

Code	Storage temp.	Dissolved Sn (ppm) after Storage					
		1 day	1 mo.	3 mo.	6 mo.	9 mo.	12 mo.
EL (W)	RT	47.0	168	200	225	259	293
BP－u (W)	〃	4.6	11.2	54	89 *	94 *	97 *
BP－d (W)	〃	6.2	7.2	31	101 *	107 *	111 *
HTF－1 (W)	〃	5.7	19.2	71 *	138 *	178 *	184 *
HTF－2 (W)	〃	6.0	13.8	35	102 *	138 *	163 *
AL－T (W)**	〃	(24.1)	(3.4)	(52)	(67)*	(72)*	(80)*
AL (W) **	〃	(6.8)	(8.4)	(30)	(48)*	(50)*	(74)*
EL (G)	RT	34.0	158	255	266	308	328
BP－u (G)	〃	4.0	8.8	25	29	38	44
BP－d (G)	〃	3.1	5.5	16	28	30	41
HTF－1 (G)	〃	5.2	6.8	32	39	51 *	88 *
HTF－2 (G)	〃	4.4	6.7	17	26	35	45
AL－T (G)	〃	24.8	27.9	38	42	50	63
AL (G)	〃	4.9	3.5	15	19	23	43
EL (W)	45°C	47.0	194	282	394	662 *	811 *
BP－u (W)	〃	4.6	57	104 *	158 *	161 *	173 *
BP－d (W)	〃	6.2	40	86 *	99 *	130 *	148 *
HTF－1 (W)	〃	5.7	52*	125*	146 *	228 *	268 *
HTF－2 (W)	〃	6.0	73 *	96 *	102 *	149 *	173 *
AL－T (W)	〃	(24.1)	(45)	(63)*	(76)*	(79)*	(100)*
AL (W)	〃	(6.8)	(24)	(45)*	(52)*	(69)*	(76)*

*Complete black staining of the plain portions (body, bottom, or side seam) was observed.

**Cans prepared for HTF cans, but not soldered with pure tin at the side seam, were mis-used. The detinning data were therefore put in blackets.

爲蘆筍罐頭內壁的脫錫與黑變，主要是由Cystine 及Cysteine兩種氨基酸所引起。

(c)BP —u與BP.—d 兩項，係在貯藏時罐頭放置方法不同，BP—u係筍尖朝上，所以不塗漆的罐底朝下，而不與罐內空氣接觸，BP—d 是筍尖朝下，所以不塗漆的罐底朝上而與罐內空氣接觸。兩者之脫錫情形，在室溫貯藏的綠蘆筍罐並無顯著差異，但在白蘆筍芽罐則視貯藏溫度而不同，在室溫下貯藏時BP—d之脫錫量高於BP—u，但在45°C下貯藏時却BP—u高於BP—d。

另一重要的差異，是BP－d之不塗漆罐底變黑情形比較嚴重，而且偶有與罐底接觸部分筍莖染黑現象，更嚴重損害罐裝蘆筍之品質，可能與罐底曝露部分與罐內空氣接觸有關。

(d)以仿製HTF罐裝蘆筍芽，也能有效減少脫錫，使白蘆筍芽罐及綠蘆筍芽罐在室溫貯藏一年後的脫錫量分別減少到160～180ppm 及50～80ppm 程度，可見與罐底不塗漆罐一樣對綠蘆筍芽之裝罐特別有效[9]。但是，邊封銲錫部分之變黑情形却比罐底不塗漆罐更加嚴重，在室溫貯藏三個月後就大部分變黑，尤以HTF—1 罐爲甚，可能與該種空罐製造後放置較久（一年）有關，但因黑變部份係一細條，所以沒有像罐底不塗漆部分黑變者顯眼。

e)AL（W）及AL—T（W）兩項所用的空罐並非完全塗漆罐，而是誤用了準備做爲HTF 罐的邊封部分不塗漆罐，因此，有意外的脫錫（室溫下一年內70～80ppm）；但AL（G） 所用的空罐確實爲完全塗漆罐，所以在室溫貯藏一年後所測的43ppm 脫錫量，應該是因塗漆不良而來的。

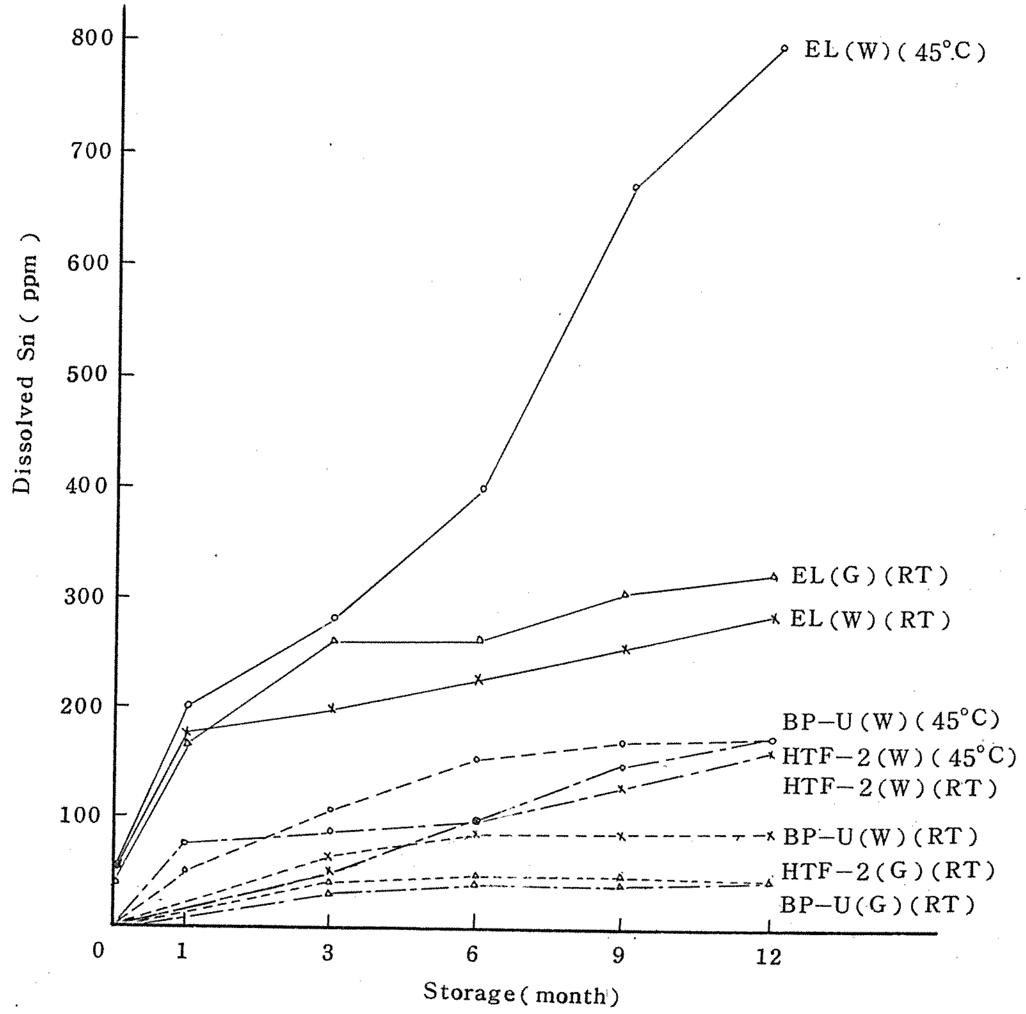

圖2.　以不同塗漆條件的四號空罐裝的蘆筍罐，在貯藏一年期間之脫錫情形。

Fig. 2.　Detinning during 1-year storage of canned asparagus packed in No.4 cans of different inside lacquer-coating.

(2) pH，酸度及溶鐵量之變化

在以不同塗漆條件的空罐製成的蘆筍罐，貯藏中都一樣有pH 漸降與酸度漸升的現象，如表三十七所示。又在這些罐頭裡面，不塗漆部分不但有黑變現象，而且溶鐵情形也相當嚴重。

表三十七　以不同塗漆條件的四號空罐製成的蘆筍罐，其pH ，酸度及溶鐵量在貯藏一年期間的變化情形（五罐平均值）。

Table 37. Changes in pH, acidity and iron pick-up during 1-year storage of canned asparagus packed in No.4 cans of different inside lacquer-coating conditions (Average of 5 cans).

Code	Storage	PH		Titratable acidity		Iron pick-up	
		1 day	1 year	1 day	1 year	6 mo.	1 year
				mg%	mg%	ppm	ppm
EL (W)	RT	5.63	5.30	69	91	3.7 *	4.9 *
BP-u (W)	〃	5.68	5.45	64	86	18.4 *	18.5 *
BP-d (W)	〃	5.69	5.41	63	88	20.0 *	29.8 *
HTF-1 (W)	〃	5.71	5.32	61	87	14.8 *	19.2 *
HTF-2 (W)	〃	5.68	5.34	60	86	9.2 *	14.2 *
AL-T (W)**	〃	5.65	5.41	62	83	(33.8)*	(36.9)*
AL (W)**	〃	5.71	5.43	64	85	(23.0)*	(35.6)*
EL (G)	RT	5.84	5.37	78	122	4.8	7.2
BP-u (G)	〃	5.86	5.49	88	109	11.3	34.8
BP-d (G)	〃	5.87	5.46	79	109	7.4	27.6
HTF-1 (G)	〃	5.86	5.49	81	109	23.0	35.1 *
HTF-2 (G)	〃	5.90	5.40	80	110	7.7	28.5
AL-T (G)	〃	5.87	5.40	89	122	7.8	20.8
AL (G)	〃	5.87	5.45	84	116	5.4	11.5
EL (W)	45°C	5.63	4.92	69	98	6.8	26.9 *
BP-u (W)	〃	5.68	5.13	64	95	27.0 *	35.6 *
BP-d (W)	〃	5.69	4.99	63	111	28.6 *	43.0 *
HTF-1 (W)	〃	5.71	4.85	61	119	22.5 *	27.9 *
HTF-2 (W)	〃	5.68	4.80	60	121	27.0 *	29.8 *
AL-T (W)**	〃	5.65	4.98	62	120	(31.3)*	(45.2)*
AL (W)**	〃	5.71	5.04	64	116	(27.8)*	(45.0)*

*Complete black staining of the plain portions (body, bottom or side seam) was observed.

** Cans prepared for HTF cans, but not soldered with pure tin at the side seam, were mis-used. The iron pick-up data were therefore put in blackets.

由上表所示的結果，可以看出下列兩點：

(a)在蘆筍罐貯藏中的pH 下降與酸度上升現象，似乎不受空罐塗漆條件之影響，亦即不受脫錫速率之影響。

(b)溶鐵量，在以塗漆來減少鍍錫鐵皮曝露面積的這些空罐，似有因脫錫量之減少而增加的趨勢，但脫錫量與溶鐵量之間似無明顯的相關關係。在本試驗中， HTF 仿製罐之溶鐵量遠比 Hotchner 及Kamm[9] 所報告者爲多，可能是仿製技術不良的關係。

(3)硝酸鹽之變化

在以不同塗漆條件的空罐製成的蘆筍罐中，硝酸鹽也有隨着脫錫之進行而被還原成銨鹽的情形，如表三十八所示。

表三十八　以不同塗漆條件的四號空罐製成的蘆筍罐，其所含硝酸鹽在貯藏一年期間之變化（五罐平均值）。

Table 38. Changes of nitrate during 1-year storage of canned asparagus packed in No.4 cans of different inside lacquer-coating conditions (Average of 5 cans)

Code	Storage temp.	Nitrate-N (ppm)			Ammonium-N (ppm)		
		1 day	6 mo.	12 mo.	1 day	6 mo.	12 mo.
EL (W)	RT	28.0	1.5	1.4	82	109	117
BP-u (W)	〃	28.4	3.9	2.0	86	108	114
BP-d (W)	〃	32.6	4.1	1.9	85	113	118
HTF-1 (W)	〃	31.5	4.0	2.0	84	112	116
HTF-2 (W)	〃	33.3	3.6	2.1	80	107	116
AL-T (W)	〃	29.8	3.9	1.9	84	110	118
AL (W)	〃	31.5	4.1	2.3	83	110	123
EL (G)	RT	31.5	2.0	1.0	94	123	125
BP-u (G)	〃	35.0	4.3	1.6	91	122	127
BP-d (G)	〃	29.7	3.8	1.9	99	125	132
HTF-1 (G)	〃	33.2	3.2	1.1	101	131	139
HTF-2 (G)	〃	31.1	3.5	1.3	111	141	145
AL-T (G)	〃	31.5	3.4	1.4	108	136	137
AL (G)	〃	32.5	3.1	1.6	93	122	128
EL (W)	45°C	28.0	1.0	0.8	95	122	125
BP-u (W)	〃	28.4	3.4	1.1	98	123	126
BP-d (W)	〃	32.6	3.4	1.3	96	125	126
HTF-1 (W)	〃	31.5	2.9	1.1	99	127	137
HTF-2 (W)	〃	33.3	3.1	1.4	104	134	144
AL-T (W)	〃	29.8	3.2	1.2	97	125	127
AL (W)	〃	31.5	3.6	1.1	96	124	131

由上表所示的結果可以看出，硝酸鹽之還原速度並不受塗漆條件之影響，亦即不受脫錫速率之影響。此點與蘆筍罐頭脫錫模擬試驗[23]中硝酸鹽還原情形完全不同。因此令人懷疑，硝酸鹽之還原是否眞與脫錫現象有關，或硝酸鹽在蘆筍罐之脫錫反應中是否眞正作爲陰極性去極化劑。西村等[21]也認爲必另有原因，而嶋尾與吉田[18]及竹內等[19]則認爲與Cystine及Cysteine有關。

(4)罐裝蘆筍之品味

以不同塗漆條件的空罐製成的白蘆筍芽罐及綠蘆筍芽罐，分別於室溫貯藏八個月及十個月後舉行開罐品評，經九位評味員就色澤與香味兩項分別加以評分，然後進行變異數分析，再用 Duncan 氏之多重差距試驗，以判定各項產品之色澤及香味之優劣及其差異顯著性，所得結果如下：

(a)各種罐頭裝白蘆筍芽之色澤差異

用各種不同塗漆條件的空罐裝的白蘆筍芽，經色澤評分後加以變異數分析的結果，各項產品在色澤上具有極顯著的差異（ $F_0 = 20.9$，$P < 0.01$ ），再經Duncan 氏之多重差距試驗而得表四十所示的結果。

表四十　以不同塗漆條件的空罐裝的白蘆筍芽，在室溫貯藏八個月後之色澤平均分數及其分離情形。

Table 40. The means of color scores and their separation according to Duncan's multiple range test after 8-month storage at room temperature, of canned white asparagus spears packed in cans of different inside lacquer-coating conditions.

Code	Means of color scores and their separation*	Dissolved Sn after 9-month storage at RT (ppm)	Iron pick-up after 9-month storage at RT (ppm)
AL(W)	3.4	50	29.5
HTF−2(W)	3.3	138	12.0
BP−d(W)	3.2	107	24.8
AL−T(W)	3.0	72	35.0
HTF−1(W)	2.4	178	17.0
BP−u(W)	2.3	94	18.4
EL(W)	1.9	259	4.4

* The numbers are color scores according to Hedonic scale, which ranges from 1 to 10, the lower the better. The bars at the right side cover those samples which are indistinguishable to each other.

由上表所示之結果可以得到下列幾點結論：

①罐裝白蘆筍芽之色澤分數與脫錫量之間似無直接關係，但在溶鐵量少的 EL 罐，脫錫顯然對罐裝白蘆筍芽之色澤有幫助。

②產品色澤最佳的空罐爲EL 與BP−u 兩項，HTF−1 次之。

③以BP−d 與HTF−2 兩種空罐裝的產品，雖然脫錫量不少，但其色澤均不佳，可能是由於溶鐵或其他原因所致。

④AL 空罐，雖因誤用準備作爲HTF 罐的邊封不塗漆罐而有相當量的脫錫，但其色澤仍然最差，而經添加 20 ppm 錫後其色澤稍有改進。森等[24]認爲用塗漆罐裝蘆筍時，色澤之差沒有香味之差顯著。

⑤除 HTF−2 罐外，高溶鐵量對罐裝蘆筍芽之色澤似有害。

(b)各種罐裝白蘆筍芽之香味差異

用各種不同塗漆條件的空罐裝的白蘆筍芽，經香味評分後加以變異數分析的結果，各項產品在香味上也有極顯著的差異（ $F_0 = 6.57$，$P < 0.01$ ），再經Duncan 氏之多重差距試驗，得到表四十一所示之結果。

表四十一　以不同塗漆條件的空罐裝的白蘆筍芽，在室溫貯藏八個月後之香味平均分數及其分離情形。

Table 41. The means of flavour scores and their separation according to Duncan's multiple range test after 8-month storage at room temperature, of canned white asparagus spears packed in cans of different inside lacquer-coating conditions.

Code	Means of flavour scores and their separation*	Dissolved Sn after 9-month storage at RT (ppm)	Iron pick-up after 9-month storage at RT (ppm)
AL−T(W)	3.52	72	35.0
HTF−2(W)	3.45	138	12.0
AL(W)	3.37	50	29.5
BP−d(W)	3.34	107	24.8
HTF−1(W)	2.89	178	17.0
BP−u(W)	2.80	94	18.4
EL(W)	2.66	259	4.4

* The numbers are color scores according to Hedonic scale, which ranges from 1 to 10, the lower the better. The bars at the right side cover those samples which are indistinguishable to each other.

由上表所示的結果可以得到下列幾點結論：

①罐裝白蘆筍芽之香味分數與脫錫量之間似無直接關係，但在溶鐵量少的 EL 罐，大量脫錫似乎也有助於香味。

②產品香味最佳的空罐仍爲EL，BP−u 及 HTF−1 三項。

③以HTF−2 及BP−d 兩種空罐裝的產品，雖然脫錫量不少，但其香味仍較差。

④AL−T罐比AL 罐有多加入的錫，但其香味反而較差。

⑤除 HTF−2 罐外，高溶鐵量似乎也有害於罐裝白蘆筍芽的香味，森等[24]也認爲用塗漆罐裝的蘆筍，其香味之差比色澤之差更顯著。

(c)各種罐裝綠蘆筍芽的色澤差異

用各種不同塗漆條件的空罐裝的綠蘆筍芽，經色澤評分後加以變異數分析的結果，各項產品在色澤上具有極顯著的差異（ $F_0 = 62.6$，$P < 0.01$ ），再經Duncan 氏之多重差距試驗而得表四十二所示的結果。

表四十二　以不同塗漆條件的空罐裝的綠蘆筍芽，在室溫貯藏十個月後之色澤平均分數及其分離情形。

Table 42. The means of color scores and their separation according to Duncan's multiple range test after 10-month storage at room temperature, of canned green asparagus spears packed in cans of different inside lacquer-coating conditions.

Code	Means of color scores and their separation *	Dissolved Sn after 9-month storage at RT	Iron pick-up after 9-month storage at RT
EL(G)	3.9	308 ppm	7.2 ppm
AL(G)	3.9	23	11.5
HTF−2(G)	3.8	35	28.5
BP−d(G)	3.5	30	27.5
AL−T(G)	3.5	50	20.8
HTF−1(G)	3.5	51	35.1
BP−u(G)	3.0	38	34.8

* The numbers are color scores according to Hedonic scale, which ranges from 1 to 10, the lower the better. The bars at the right side cover those samples which are indistinguishable to each other.

由上表所示的結果可以得到下記幾點結論：

①罐裝綠蘆筍芽之色澤分數也似乎與脫錫無關，而且大量脫錫對罐裝綠蘆筍芽之色澤似反有害。

②用BP−u空罐所得產品之色澤最佳，而 HTF−1，AL−T及BP−d三項次之。

③AL與HTF−2兩項之色澤與EL一樣不好，但對AL添加20 ppm錫（即AL−T）後色澤有所改進。

④由溶鐵量觀之，20−40 ppm的溶鐵對罐裝綠蘆筍芽之色澤似乎無害，或甚至可能有益。但是，鐵曾被認爲是綠蘆筍罐頭開罐後變色之主要原因[25]。

(d)罐裝綠蘆筍芽之香味差異

就使用不同塗漆條件的空罐裝的綠蘆筍芽，經香味評分後加以變異數分析的結果，各項產品在香味上也具有極顯著的差異（$F_0 = 20.7$，$P \angle 0.01$），再經Duncan氏之多重差距試驗而得表四十三所示的結果。

由表四十三所示的結果，可以得到下列幾點結論：

①罐裝綠蘆筍芽之香味分數與脫錫量或溶鐵量均似無關係，且大量脫錫或溶鐵對罐裝綠蘆筍芽之香味也似乎無害。

②除BP−u之香味較優外，其餘各項之香味並無顯著差異。

③對AL罐加入20ppm錫（即AL−T）後，其香味反而較差。此種情形亦見於白蘆筍芽罐頭。

表四十三　以不同塗漆條件的空罐裝的綠蘆筍芽，在室溫貯藏十個月後之香味平均分數及其分離情形。

Table 43. The means of flavour scores and their separation according to Duncan's multiple range test after 10-month storage at room temperature, of canned green asparagus spears packed in cans of different inside lacquer-coating conditions.

Code	Means of flavour scores and their separation *	Dissolved Sn after 9-month storage at RT	Iron pick-up after 9-month storage at RT
AL−T(G)	3.8	50 ppm	20.8 ppm
AL(G)	3.7	23	11.5
HTF−2(G)	3.6	35	28.5
HTF−1(G)	3.5	51	35.1
EL(G)	3.4	308	7.2
BP−d(G)	3.4	30	27.6
BP−u(G)	3.0	38	34.8

* The numbers are color scores according to Hedonic scale, which ranges from 1 to 10, the lower the better. The bars at the right side cover those samples which are indistinguishable to each other.

(5)對不同塗漆空罐裝罐試驗所得結果之綜合討論

從使用不同塗漆條件的空罐對白、綠蘆筍芽的裝罐試驗所得的各項結果，經綜合檢討後可得如下的結論：

(a)使用完全塗漆罐，可以有效控制白蘆筍及綠蘆筍罐頭的脫錫，但却隨著脫錫之抑阻而有相當顯著的溶鐵現象，並且使罐裝蘆筍之色澤及香味都受到嚴重的損害。若對這些罐頭添加目前國際規範所許可的20ppm 錫（用二氯化錫），則在色澤方面罐裝白蘆筍及綠蘆筍都有相當程度的改進，但仍不如裝於BP−u罐者。然而在香味方面，二氯化錫之添加對罐裝白蘆筍及綠蘆筍都反而有害，使它變成香味最差的一項。故，使用完全塗漆罐來裝蘆筍以控制脫錫，由產品的色香味品質觀點而言，顯然不是一種理想完美的辦法。

(b)使用仿造的 HTF 罐，也可以有效控制蘆筍罐頭之脫錫，尤其對綠蘆筍之裝罐有特佳的表現，但仍有溶鐵量高，邊封鍍錫部分變黑，以及色香味品質稍差等缺點。然因本試驗所用的仿造 HTF 空罐係用手工銲錫而成，所以可能有所用錫料之純度不足[9]，或因加工不當而引起的塗漆或鐵皮損傷等缺陷，故如使用原廠製造的 HTF 空罐，或許會有更佳的表現，尚待試驗求證。

(c)使用罐底不塗漆的BP空罐時，也與使用HTF罐時一樣可以有效控制蘆筍罐頭之脫錫，尤其對綠蘆筍之裝罐表現特佳，但也一樣有溶鐵量高及罐底曝露部份變黑等缺點，唯其色香味品質不錯，尤以BP−u爲優，恒冠於所有其他供試空罐。以BP 空罐裝白蘆筍芽時，其在室溫貯藏半年以後至一年之間的脫錫量停在90−110 ppm之間，而且罐底全面變黑，因此不無罐底鍍錫脫盡之嫌疑，但由45°C貯藏者之脫錫量達到150−170 ppm之事實，可以判定罐底鍍錫並未完全脫盡，而係由於其他原因（如硫化錫膜之產生）而阻礙脫錫的結果。至於罐底變黑而影響消費者開罐時之觀感一點，

似可試用含有氧化鋅的C-enamel 來吸取罐內所產生的硫化物，或試用比較高級的鍍錫鐵皮於罐底部分，或將罐底曝露部位移到罐身中央部分，同時適度調節該曝露部分之面積，以及配合使用各種鍍錫鐵皮及C-enamel 等，以求最理想而可行的有效解決辦法。因此深信，以適當而適度的塗漆來減少鍍錫鐵皮的曝露面積，以減少脫錫，將是將來解決蘆筍罐頭脫錫問題最有希望的方法，亟待加緊研究。

結　論

在本研究試驗中，用兩端塗漆四號空罐及其他各種塗漆條件之空罐進行白蘆筍及綠蘆筍之裝罐試驗，以尋求蘆筍原料條件、製罐條件、以及空罐塗漆條件等與脫錫及罐裝蘆筍品質之關係，得到如下之結論。

(1)白蘆筍與綠蘆筍雖然有許多化學成分上的不同，但其罐頭之脫錫情形相差不多，然而白、綠蘆筍截切筍莖罐頭之脫錫量約爲白、綠蘆筍芽罐頭脫錫量之三分之二，顯示筍尖部分必含有較多量能促進脫錫的成分，至於此種成分之本質，諒必屬於一種去極化劑，但究竟是何物，尚未明瞭。

(2)在各種製罐條件中，白蘆筍罐填充液之 pH在 4.2 至 6.2 之間，或綠蘆筍罐填充液之 pH在 5.0至 7.0 之間，對罐頭之脫錫無顯著影響。又不同溫度與時間的熱水殺菁與蒸汽殺菁，對蘆筍罐頭之脫錫也沒有顯著影響，表示蘆筍芽中所含可以促進罐頭脫錫的物質是相當安定，而且不容易被洗除的。

(3)裝罐時，罐頭上部空隙之大小與眞空度之高低，對蘆筍罐頭之脫錫都稍許有影響。減小上部空隙及提高眞空度，都對脫錫之減少有效，在製罐中應加以注意、控制。

(4)各種蘆筍罐，在貯藏中都有 pH 漸降與酸度漸升的現象。同時，所含硝酸鹽迅速被還原成銨鹽，表示硝酸鹽可能當作陰極性去極化劑，以吸收因脫錫而來的電子。另鑑於室溫貯藏半年後，罐內硝酸鹽幾乎全部被還原成銨鹽之後，仍有繼續脫錫之情形，以及對蘆筍罐添加硝酸鹽到100ppm程度時，雖然全部硝酸鹽在短時間內被還原成銨鹽，其脫錫量並沒有相對的增加，暗示蘆筍中可能另有豐富的其他成分，可當作陰極性去極化劑，但必須在硝酸鹽被還原完畢之後方發生作用。但是，在脫錫量極少的完全塗漆罐內，仍有硝酸鹽迅速被還原成銨鹽的現象，因此硝酸鹽是否眞正當作陰極性去極化劑，仍不無疑問。

(5)在各種塗漆條件的空罐中，完全塗漆罐雖可有效抑阻蘆筍罐頭之脫錫，但卻使溶鐵量增加，並使罐裝蘆筍之色香味品質大大降低，雖然其中色澤部分可以二氯化錫之添加而獲得部分改進，但香味部分却因二氯化錫之添加反而更差。因此，完全塗漆罐顯然不適用於蘆筍之裝罐。

(6)仿製之HTF 罐，雖可有效減少綠蘆筍罐頭之脫錫，但對白蘆筍之表現不夠理想，而且溶鐵量相當高，色香味品質也不甚理想。但是，這些缺點或許是因爲所用空罐爲手工銲錫的自製品的關係，如用原廠製造的HTF 空罐，或許會有更理想的表現，尚待試驗求證。

(7)罐底不塗漆罐也能有效控制蘆筍之脫錫，尤以貯藏中筍尖朝上（即不塗漆的罐底朝下）者爲佳，雖有相當量的溶鐵，其色香味品質極佳，經品評結果比裝於兩端塗漆罐者爲優。此種蘆筍罐頭之唯一缺點，乃罐底變黑而損害消費者開罐時之觀感，應試用高品質的各種鍍錫鐵皮於罐底，或配合使用含氧化鋅的C-enamel 來塗漆，或將鐵皮曝露部位由罐底移至罐身中央部分等，以求改善。今後將加緊此方面之試驗研究。

(8)本省各製罐廠所產製之兩端塗漆空罐中，雖有數批其製罐隔夜的脫錫量較低者，但經室溫貯藏一年後之脫錫量都相差不多。

參考文獻

(1) Strodtz, N. H. and Henry, R. E. 1954. The relation of nitrates in foods to tin plate corrosion. Food Technol. 8, 93-95.

(2) Johnson, J. H. 1966. Internal can corrosion due to high nitrate content of canned vegetables. Proc. Florida State Hort. Soc. 79, 239-242.

(3) Horio, T., Iwamoto, Y. and Shiga, I. 1967. The nitrate corrosion of canned orange juice soft drink in Japan. International Bottler & Packer, 41(12), 54-61.

(4) Lambeth, V. N., Fields, M. L., Brown, V. R., Regan, W. S. and Blevins, D. G. 1969. Detinning of canned spinach as related to oxalic acid, nitrates and mineral composition. Food Technol. 23, 840-842.

(5) Farrow, R. P., Johnson, J. H., Gould, W. A. and Charbonneau, J. E. 1971. Detinning in canned tomatoes caused by accumulation of nitrate in the fruit. J. Food Sci. 36, 341-345.

(6) Hartwell, R. R. 1951. Certain aspects of internal corrosion in tin plate containers. Adv. Food Res. 3, 327-380.

(7) Salt, F. W. and Thomas, J. G. N. 1957. The anaerobic corrosion of tin in anthocyanin solutions and fruit syrups. J. Appl. Chem. 7, 231-238.

(8) 張炳揚、愼錫泉、張爲憲。1970. 蘆筍罐頭脫錫之研究，食品工業發展研究所五十九年度研究工作報告，P. 70-87.

(9) Hotchner, S. J. and Kamm, G. G. 1967. High tin fillet cans for improved product and container quality. Food Technol. 21, 901-906.

(10) 吳碧鏗，1970. "蘆筍罐頭製造" 食品工業發展研究所。

(11) Bremer, J. M. and Keeney, D.R. 1965. Steam distillation methods for determination of ammonium, nitrate and nitrite. Anal. Chim. Acta, 32, 485-495.

(12) Stevenson, A. E. 1950. Rutin content of asparagus. Food Res. 15, 150-154.

(13) Dame, C., Jr., Chichester, C. O. and Marsh, G. L. 1957. Studies of processed all-green asparagus. I. Quantitative analysis of soluble compounds with respect to strain and harvest variables, and their distribution within the asparagus spear. Food Res. 22, 658-672.

(14) Townsend, C. T., Somers, I. I., Lamb, F. C. and Olson, N. A. 1956. "A Laboratory Manual for the Canning Industry", 2nd ed., pp. XX-59. National Canners Association, Washington, D. C.

(15) "Interim Instruction Manual for Techtron Model AA-4 Atomic Absorption Spectrophotometer". Techtron Pty. Ltd, Melbourne, Victoria, Australia.

(16) Duncan, D. B. 1955. "Biometric", Vol. II, P. I. Biometric Society, New Haven, Connecticut.

(17) 森光國、鈴木健、河原伸江。1969. 罐詰食品の腐食に關する化學的研究（第2報）ホワイトアスパラガス罐詰の內面腐食の性狀。罐詰時報 48, 760-765.

(18) 堀尾嘉友、古田千惠子。1972. 罐詰の內面腐食に關する研究（第7報）アスパラガス罐詰內面腐食とシスチン、システインによる錫の溶出との關連性．東洋食品研究報告書 10, 10-19.

(19) 竹內伊公子、長田博光、大塚滋。1972. アスパラガス 罐詰の罐內面腐食および硫化變色因子について．日本罐詰協會第 21 回技術大會發表論文要旨。罐詰時報 51, 437.

(20) Jakobsen, F. and Mathiesen, E. 1946. Corrosion of containers for canned foods. Skrifter utgitt av Det Norske Videnskaps-Akademi i Oslo; I. Mat. Naturv. Klasse. 1946. No. 5.

(21) 西村和義、森井悠三、土橋徹夫。1970. アスパラガスの 內面腐食に關する研究。日本罐詰協會第 19 回技術大會發表論文要旨。罐詰時報 49, 318-319.

(22) Board, P. W. and Holland, R. V. 1969. Inhibition of nitrate-induced corrosion of tinplate cans. Br. Corros. J. 4, 162-165.

(23) Chang, P. Y., Shen, S. C. and Chang, W. H. 1970. Model test studies on the detinning of canned asparagus. J. Chinese Agr. Chem. Soc., 1970 Sp. Issue, 65-84.

(24) 森光國、鈴木健次郎、増田寛行、鈴木健、柿崎與一、河原伸江。1971. アスパラガス罐詰の罐の種類による品質の差異。日本罐詰協會第20 回技術大會發表論文要旨。罐詰時報 50，450.

(25) Davis, R. B., Guyer. R. B., Daly, J. J. and Johnson, H. T. 1961. Control of rutin discoloration in canned asparagus. Food Technol. 15, 212-217.

summary

Different materials of white and green asparagus were packed under different canning conditions in tin cans of different sources or different inside lacquer-coating conditions. The canned products were stored at either room temperature or 45°C, and the dissolved tin, iron pick-up, inside can appearance, as well as the color and flavour quality of the canned asparagus were examined during 1-year storage.

While the detinning rate of canned white asparagus was about the same as that of canned green asparagus, the detinning rate of canned asparagus bottom cuts was only about two thirds that of canned asparagus spears. Among the canning conditions, only the reduction of headspace and the increase in vacuum resulted in some reduction of detinning rate, while other canning conditions such as blanching conditions, pH and nitrate content of the brine, did not affect the detinning rate to an appreciable extent.

Although a few batches of the ends-lacquered cans made by local can factories gave much lower detinning on the next day after packing, there was little difference in the amounts of detinning after 1-year storage at room temperature. All-lacquered cans were effective in inhibiting the detinning of canned asparagus, but the amount of iron pick-up was higher and the color and flavour quality was seriously affected. The addition of stannous chloride to these cans only slightly improved the color, but the flavour became even worse. Bottom-plain all-lacquered cans and imitated HTF cans were both effective in reducing detinning, especially for canned green asparagus, but the amounts of iron pick-up were also high and the black staining of the exposed area was serious. While the color and flavour quality of the products packed in HTF cans was not good enough, that of the products packed in bottom-plain all-lacquered cans was superior to all others as judged by organoleptic examination. Therefore, the use of bottom-plain all-lacquered cans seems to be the most promising method of reducing tin contamination without sacrifice in color and flavour quality of canned asparagus, although black staining of the bottom should be avoided or at least reduced.